



Universidad de Valladolid

Trabajo Fin de Máster

MÁSTER EN PROFESOR DE EDUCACIÓN
SECUNDARIA OBLIGATORIA Y
BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL
Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

Especialidad de Tecnología e Informática

Chatbots en Educación Secundaria: Retos y propuestas para su aplicación en el aula

Autor:

D. César Paredes Rizo

Tutor:

Dr. D^a. Alejandra Martínez Monés

Valladolid, 06 de Julio de 2021

Agradecimientos

En primer lugar, agradecer a Alejandra su labor como tutora, su constancia, dedicación y la profundidad de su retroalimentación han sido claves para el desarrollo del trabajo, su ayuda ha sido vital para enfocar el objetivo del trabajo.

Agradecer también a los profesores de este Máster la dedicación y la atención que han mostrado en general, después de muchos años sin recibir docencia, realizar esta formación me ha devuelto la ilusión y las ganas de aprender que parecía que estaban dormidas.

De manera más personal, quería agradecer a mi familia la paciencia y apoyo que me han brindado para que pudiera realizar este Máster, compaginarlo con trabajo y la familia ha supuesto un gran esfuerzo por parte de todos.

Resumen

En el contexto educativo los *chatbots* brindan nuevas oportunidades de apoyo al aprendizaje. Sin embargo, hay pocas experiencias de aplicación de esta tecnología a aulas de Educación Secundaria. El presente Trabajo de Fin de Máster analiza este problema desde la perspectiva de un docente. Para ello se ha hecho una revisión teórica en la que se analizan casos de uso de uso de *chatbots* en el aula, se ha continuado con un trabajo práctico en el que, la perspectiva que podría tener un profesor de Educación Secundaria, se diseña y se crea un prototipo de *chatbot* para una unidad didáctica de Tecnología de 1º de ESO. Como resultado de ese trabajo teórico-práctico se realizan una serie de recomendaciones que serán de utilidad a aquellos docentes que se planteen llevar esta tecnología a sus aulas.

Palabras clave

Chatbot, *bot*, agente conversacional, asistente conversacional, agente conversacional pedagógico, educación secundaria obligatoria, aprendizaje.

Abstract

In the educational context, chatbots offer new opportunities to support learning. However, there are few experiences of applying this technology to Secondary Education classrooms. This Master's Thesis aims to analyse this problem from the teacher's perspective. To do so, a theoretical review has been carried out in which cases of use of chatbots in the classroom are analysed, followed by a practical work in which, from the role of a Secondary Education teacher, a chatbot prototype is designed and created for a didactic unit of Technology in First Course of Secondary Education. As a result of this theoretical-practical work, a series of recommendations are made that will be useful to those teachers who are considering bringing this technology into their classrooms.

Keywords

Chatbot, bot, conversational agent, conversational assistant, pedagogical conversational agent, compulsory secondary education, learning.

Contenido

1	Introducción	12
1.1	Objetivos	13
1.2	Metodología.....	14
1.3	Estructura de la memoria	15
2	Agentes conversacionales pedagógicos: revisión del Estado del arte.....	18
2.1	Los asistentes conversacionales: concepto, evolución y contextos de uso	18
2.2	Asistentes conversacionales pedagógicos.....	23
2.3	Clasificación de ACP en educación.....	24
2.4	Revisión de agentes usados en contextos educativos.....	26
2.5	Reflexión final	38
3	Implementación de ACP para Educación Secundaria	42
3.1	Plataformas para creación de ACP.....	42
3.2	Caso práctico: Implementación de un <i>chatbot</i> para el estudio de metales....	50
3.2.1	Conceptos básicos para configurar un <i>chatbot</i> con DialogFlow	51
3.2.2	Proceso de diseño de un <i>chatbot</i> de ejemplo.....	52
3.2.3	Pruebas del desarrollador	60
3.2.4	Pruebas de validación con una estudiante de 1º de la ESO	65
3.2.5	Discusión.....	69
4	Recomendaciones para crear ACP en Educación Secundaria	72
5	Conclusiones y líneas de trabajo futuro.....	76
	Bibliografía y Referencias	80

Índice de figuras y tablas

Figuras

Figura 1. Imagen una conversación mantenida usando PARRY (Historia de Los Chatbots, n.d.).....	19
Figura 2. Interfaz de usuario del asistente conversacional Dr. Sbaitso (Historia de Los Chatbots, n.d.)	20
Figura 3. Imagen de los asistentes conversacionales más extendidos (Historia de Los Chatbots, n.d.)	21
Figura 4. Imagen ilustrativa del producto Watson de IBM	43
Figura 5. Imagen ilustrativa del producto Luis de Microsoft.....	43
Figura 6. Imagen de los agentes pre-construidos de DialogFlow.....	44
Figura 7. Imagen ilustrativa del producto Lex de Amazon	45
Figura 8. Imagen ilustrativa de Facebook Messenger	46
Figura 9. Plantillas disponibles en chatfuel	47
Figura 10. Ventana de creación de un chatbot en chatfuel	48
Figura 11. Ventana de creación de un chatbot en pandorabots.....	49
Figura 12. Ventana de creación de un chatbot con landbot	49
Figura 13. Modelo de diseño de un bot con DialogFlow	52
Figura 14. Frases de entrenamiento de la intención para clasificar metales.....	54
Figura 15. Respuesta definida para la intención de la clasificación de los metales.....	54
Figura 16. Mapa conceptual de conceptos cargados en el asistente conversacional ...	55
Figura 17. Listado de las entidades creadas en la aplicación	60
Figura 18. Ejemplo de interacción con el agente implementado	61
Figura 19. Ejemplo de respuesta fallida contextualizada.....	62

Figura 20. Frases de entrenamiento para la intención leerNombre.....	63
Figura 21. Prueba del agente provocando un fallo en al introducir un nombre.....	64
Figura 22. Alumna-bot Interacción inicial	66
Figura 23. Alumna-bot, solicitar metal ligero.....	66
Figura 24. Alumna-bot, pedir definición de metal	67
Figura 25. Alumna-bot, ¿qué es hierro puro?	67
Figura 26. Alumna-bot, metales ferrosos.....	67
Figura 27. Alumna-bot, metales ferrosos.....	67
Figura 28. Alumna-bot, metal ligero.....	68
Figura 29. Alumna-bot, metales ligeros	68
Figura 30. Alumna-bot, ¿es hierro metal ferroso?	68

Tablas

Tabla 1. Tabla descriptiva del bot Autotutor.....	27
Tabla 2. Descripción del bot Laura	27
Tabla 3. Descripción del bot Willow	28
Tabla 4. Descripción del bot Betty.....	29
Tabla 5. Descripción del bot Challenging Teachable Agent	30
Tabla 6. Descripción del bot Lucy	31
Tabla 7. Descripción del bot The Teachable Agent Math Game	32
Tabla 8. Descripción del bot MyPet.....	33
Tabla 9. Descripción del bot Troublemaker.....	33
Tabla 10. Descripción del bot Jill Watson.....	34
Tabla 11. Descripción del bot Duloingo.....	35
Tabla 12. Descripción del Agente para el aprendizaje colaborativos	36

Tabla 13 Descripción del bot Dr. Roland	36
Tabla 14. Intenciones configuradas en DialogFlow	59

1 INTRODUCCIÓN

Los *chatbots*, *bots* o agentes conversacionales¹, son programas que integran inteligencia artificial y son capaces de simular o mantener cierto nivel de conversación con los humanos (García Brustenga et al., 2018).

En el pasado, la mayoría de los *chatbots* se basaban en conjuntos de simples reglas que determinaban cómo responder a los usuarios y daban lugar a sistemas poco adaptables a la variabilidad del lenguaje. Recientemente, el uso de técnicas de inteligencia artificial en la implementación de *chatbots*, permite que el sistema se adapte mejor al lenguaje natural de las personas. Puede simular diálogos con los usuarios, analizar datos aportados por éstos y proponer sugerencias o soluciones (Gabriel et al., 2021).

Los *chatbots* son comúnmente utilizados en comercio, industria, salud y hogares inteligentes, es decir, sector servicios. En los últimos años gracias a nuevos hallazgos de investigación sobre cómo aprenden las personas y cómo promover el aprendizaje, los *chatbots* están experimentando crecientes expectativas dando paso a nuevos aprendizajes (García Brustenga et al., 2018).

En el contexto educativo los *chatbots* brindan nuevas oportunidades. Por ejemplo, pueden responder y plantear preguntas, guiar a los estudiantes y ayudar a resolver problemas. Esto quiere decir que el alumnado podría progresar aun cuando no esté el profesor disponible, lo que hace que el alumnado no se sienta solo durante el proceso de aprendizaje. Además, los estudios sugieren que el alumnado puede expresarse libremente con los *chatbots* ya que no están interactuando con humanos que puedan juzgarlos. Permiten mayor personalización mediante la recopilación de datos de los diálogos y del comportamiento del alumnado con el asistente (Kukulska-Hulme et al., 2021).

Sin embargo, los casos de uso en contextos educativos en general, y en particular en Educación Secundaria, son escasos. Este Trabajo Final de Máster cuya memoria se

¹ A lo largo de esta memoria se utilizarán estos tres términos de forma intercambiable. El término *chatbot* es el más utilizado actualmente en el dominio, por lo que se ha utilizado de forma preferente.

desarrolla a continuación, intenta indagar en las causas por las que hay pocos ejemplos de uso en este nivel educativo, a la vez que estudia de forma práctica, las dificultades que un docente puede encontrar en el momento de apostar por esta tecnología e incluir un *chatbot* en el aula.

Las preguntas que nos planteamos para este trabajo son ¿Por qué hay tan pocas experiencias de uso de *chatbots* en Educación Secundaria?, ¿Qué dificultades se encuentra un profesor a la hora de apostar por esta tecnología?, ¿Qué pasos deberá dar un profesor que desee utilizar *chatbots* en su aula? La principal contribución del trabajo es la propuesta de una serie de recomendaciones para la aplicación de *chatbots* en el aula, basadas en el estudio teórico-práctico realizado.

Este primer capítulo de introducción continúa con la enumeración los objetivos planteados, la definición de la metodología seguida para su consecución y la explicación de la estructura de esta memoria.

1.1 OBJETIVOS

Este TFM tiene el siguiente objetivo principal: *“Proporcionar información relevante al profesorado de Educación Secundaria sobre el proceso de inclusión de asistentes conversacionales en el aula”*.

Para ello, se plantean dos objetivos específicos:

1. Realizar un análisis crítico de las aplicaciones existentes de *chatbot* en el ámbito educativo.
2. Proponer una serie de recomendaciones que un docente podrá tener en cuenta a la hora de incluir un asistente conversacional en el aula.

Para llevar a cabo estos objetivos se ha seguido la metodología que se describe en la siguiente sección.

1.2 METODOLOGÍA

Se ha realizado una revisión teórica basada en la lectura de textos y recursos existentes para tener una idea clara sobre el avance de la tecnología de *chatbots* y su inclusión en aulas de Educación Secundaria.

La revisión teórica se ha completado con un trabajo práctico en el que el autor se ha puesto en el lugar de un profesor de Educación Secundaria dispuesto a diseñar un *chatbot*. Se han realizado las tareas necesarias para implementar una versión inicial del mismo, con el fin de obtener conclusiones acerca de las dificultades que un profesor tiene que superar para hacer uso de la tecnología en el aula.

Las fuentes de datos utilizadas para realizar las recomendaciones finales serán, por tanto:

- Los documentos utilizados en la revisión de la literatura.
- Observación de la propia experiencia del autor como implementador de un *chatbot*.
- Observación del comportamiento y reacciones de una alumna de ESO ante el prototipo de *chatbot*.
- Entrevista con la alumna.

Esta metodología tiene limitaciones, el desarrollo e implementación del *chatbot* realizado en el contexto de este trabajo no es más que un prototipo de una instancia completa, y la validación del *chatbot* se hace solo con una estudiante, no se podría decir que es una muestra significativa. A pesar de estas limitaciones, creemos que el trabajo tiene valor y es novedoso. El trabajo práctico ha permitido experimentar en primera persona cuál es el proceso que un docente tiene que seguir en caso de querer incluir un *chatbot* en el aula, lo que ha dado lugar a reflexiones sobre el tema. Este enfoque en el que el profesor es el protagonista del estudio es novedoso y no se ha encontrado en otros estudios sobre el uso de *chatbots* en la literatura. La validación con una estudiante de Secundaria, a pesar de ser un solo caso, aporta reflexiones valiosas que permiten contrastar con la teoría algunas de las ventajas que supone el uso de tecnologías emergentes para el aprendizaje.

A continuación se describen las tareas que se han llevado a cabo en la realización del trabajo:

1. Lectura de trabajo previo y definición de objetivos.
2. Estudio y recopilación de datos relativos a los *chatbots* y en concreto a casos de uso en ámbitos educativos.
3. Revisión de plataformas para la creación de asistentes conversacionales sin tener conocimientos técnicos.
4. Selección de una unidad didáctica de muestra sobre la que hacer la implementación de *chatbot* de prueba.
5. Análisis de la unidad didáctica seleccionada para delimitar el alcance del *chatbot*, extracción de los conceptos principales, obtención de unidades mínimas de información e identificación de sus relaciones.
6. Implementación de un prototipo de *chatbot* sobre la herramienta seleccionada.
7. Validación del *chatbot* con dos perfiles distintos:
 - Validación por el desarrollador.
 - Validación por estudiante de 1º de Educación Secundaria.
8. Definición de recomendaciones a tener en cuenta por los docentes que quieran crear y usar un *chatbot* en Educación Secundaria.
9. Análisis del trabajo realizado en base a los objetivos marcados.

1.3 ESTRUCTURA DE LA MEMORIA

La estructura de la memoria es la siguiente:

Capítulo 1. Introducción

Exposición de la motivación inicial del trabajo, enunciado de los objetivos, los principios metodológicos y la estructura que sigue el documento.

Capítulo 2. Agentes conversacionales pedagógicos: revisión del estado del arte

Evolución de los asistentes conversacionales a lo largo del tiempo. Definición y clasificación de los asistentes conversacionales pedagógicos. Revisión de agentes usados en contextos educativos.

Capítulo 3. Implementación de un ACP para la Educación Secundaria.

Revisión de las plataformas para crear ACP. Explicación del proceso de implementación de un *chatbot* para Educación Secundaria: conceptos básicos de configuración, de diseño del *chatbot*, implementación, pruebas de validación y conclusiones.

Capítulo 4: Recomendaciones para crear ACP en Educación Secundaria

Conjunto de recomendaciones extraídas del estudio teórico-práctico que se ha recogido en los capítulos anteriores.

Capítulo 5: Conclusiones y líneas de trabajo futuras.

Exposición y reflexión sobre los resultados logrados en relación con los objetivos enunciados e identificación de futuras líneas de trabajo e investigación.

2 AGENTES CONVERSACIONALES PEDAGÓGICOS: REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

En este capítulo se introduce al lector al estado del arte de los asistentes conversacionales pedagógicos, se hace una revisión que va desde su conceptualización hasta casos de uso e implementaciones en contextos educativos.

2.1 LOS ASISTENTES CONVERSACIONALES: CONCEPTO, EVOLUCIÓN Y CONTEXTOS DE USO

Los asistentes conversacionales son programas que integran inteligencia artificial y que son capaces de simular o mantener cierto nivel de conversación con las personas. Son programas informáticos que tienen la habilidad de interactuar con personas utilizando interfaces basadas en el lenguaje. Su propósito es simular una conversación humana inteligente de modo que, en general, el interlocutor tenga una experiencia lo más parecida a una conversación con otra persona (García Brustenga et al., 2018). Estas conversaciones se pueden expresar vía texto, de forma oral o incluso una conversación no verbal. Pueden encontrarse en páginas web, mundos virtuales, aplicaciones de mensajería instantánea, etc.

La historia de los asistentes conversacionales se remonta a 1950, cuando Alan Turing se preguntó hasta qué punto los sistemas informáticos son capaces de pensar por sí mismos. Para comprobarlo, realizó un test en el que un interrogador determinaba qué jugador era un ser humano y cuál era una máquina mediante una serie de preguntas escritas. En la actualidad, se sigue utilizando para comprobar qué programa informático es más parecido al razonamiento de una persona (*Historia de Los "Chatbots": De Alan Turing a La Innovación En La Atención Al Cliente*, 2021).

El primer programa que simulaba una conversación y, por tanto, el origen de los *chatbot*, fue **ELIZA**, creado por el profesor del MIT (Instituto de Tecnología de Massachusetts) Joseph Weizenbaum en la década de **1960**. ELIZA opera reconociendo palabras clave o frases para reproducir una respuesta usando esas palabras clave de respuestas preprogramadas. Por ejemplo, si un humano dice que 'Mi madre cocina buena comida'. ELIZA tomaría la palabra 'madre' y respondería con una pregunta abierta: 'Cuéntame más sobre tu familia'. Esto creó una ilusión de que el programa podía comprender e

interactuar con un ser humano real, a pesar del proceso mecanizado (*Historia de Los Chatbots*, n.d.). El sucesor de ELIZA llegó en **1972** con el nombre de **PARRY**, creado por el psiquiatra estadounidense Kenneth Colby. Era un programa conversacional que imitaba a un paciente con esquizofrenia, en un intento de simular el comportamiento de la enfermedad. En otras palabras, era un programa basado en procesamiento de lenguaje natural que se asemejaba al pensamiento de un individuo (*Historia de Los Chatbots*, n.d.).

Request for Comments: 439
NIC: 13771

SU-ERL
21 January 1973

PARRY Encounters the DOCTOR

The session recorded below actually happened on 18 September 1972 and is herewith reproduced for your entertainment.

Good Evening.

Tell me your problems. Please terminate input with a period or a question mark.

*People get on my nerves sometimes.

I am not sure I understand you fully.

*You should pay more attention.

Suppose you should pay more attention.

*You're entitled to your own opinion.

Figura 1. Imagen una conversación mantenida usando PARRY (Historia de Los Chatbots, n.d.)

Después del éxito loable de los *chatbots* iniciales, formando parte del pasado más reciente nos encontramos a **Jabberwacky** creado en **1984** y se lanzó como el primer *chatbot* que imitaba la voz humana. El objetivo principal de su desarrollo era permitir que el *chatbot* pasara la prueba de Turing. El **Dr. Sbeitso** se desarrolló en **1992** como uno de los primeros esfuerzos para incorporar inteligencia artificial y es reconocido por su programa de chat completo operado por voz. Vino con una interfaz de usuario e imitó las respuestas de un psicólogo (Emmsnuel, 2019).

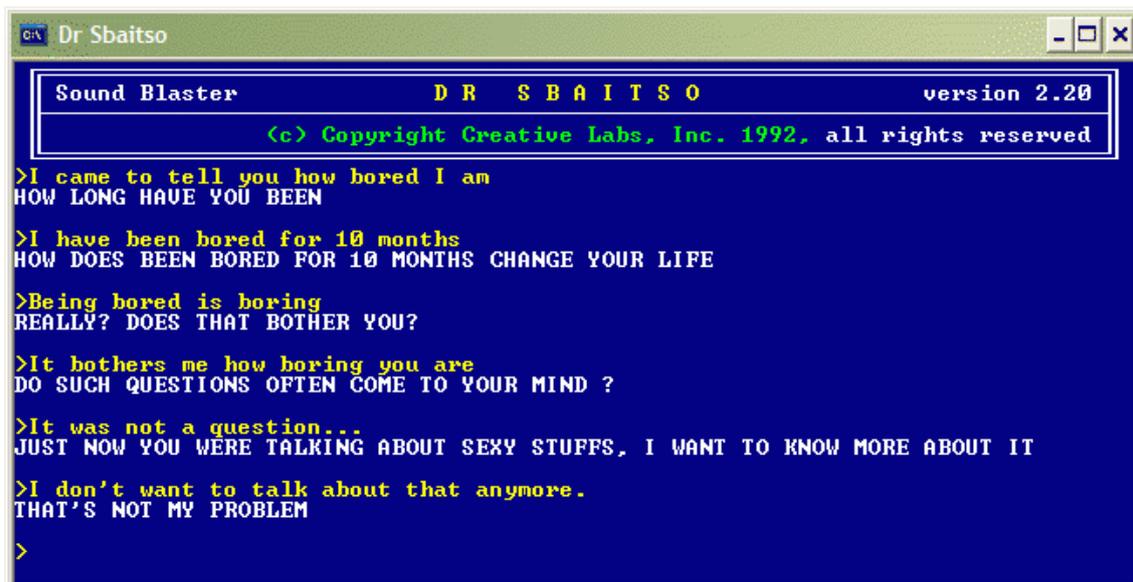


Figura 2. Interfaz de usuario del asistente conversacional Dr. Sbaitsso (Historia de Los Chatbots, n.d.)

Más tarde, en **1995**, Richard Wallace creó **ALICE**. A diferencia de Eliza, el *chatbot* ALICE pudo utilizar el procesamiento del lenguaje natural, creando una conversación más sofisticada. Pero lo que realmente lo hizo revolucionario fue que estaba basado en código abierto. Los desarrolladores podrían usar AIML (lenguaje de marcado de inteligencia artificial) para crear sus propios *chatbots* con tecnología ALICE (Historia de Los Chatbots, n.d.). En el **2001** se creó **SmartChild**, que se considera el precursor de Siri. Era un *chatbot* disponible en plataformas conversacionales como AOL IM y MSN Messenger con la fuerza para llevar a cabo conversaciones divertidas con acceso rápido a datos a otros servicios. Años más tarde Microsoft también construyó su propio SmarterChild. A partir del año 2000 se fue notando la aparición de una nueva generación de *chatbots*, se desarrolló **Elbot** que estaba diseñado para entretener a los humanos mediante el humor.

Gracias a la contribución de Amazon, IBM, Apple y Google se ha producido la revolución. Crearon los asistentes virtuales que conocemos hoy como **Siri**, que Apple lanzó en **2011**, **Watson** de IBM en ese mismo año; **Alexa**, que Amazon presentó en **2014**; o **Cortana**, que Microsoft introdujo ese mismo año (Historia de Los “Chatbots”: De Alan Turing a La Innovación En La Atención Al Cliente, 2021). En **2016** se presentó el asistente creado por **Google** que hoy en día está disponible en teléfonos móviles con la capacidad de incluir otros *chatbots* dentro de él (Historia de Los Chatbots, n.d.).



Figura 3. Imagen de los asistentes conversacionales más extendidos (Historia de Los Chatbots, n.d.)

Los asistentes conversacionales proporcionados por Amazon, Watson, Siri y Google reconocen comandos de voz, crean recordatorios y responden a preguntas cada vez más complejas según su grado de aprendizaje. También se han convertido en una herramienta de comunicación habitual entre las empresas y sus usuarios. Sus funcionalidades van desde un uso muy básico, con una solución que se limita a responder; pasando por otros más avanzados, como la recogida de datos en la toma de un pedido; hasta los asistentes más sofisticados, capaces de mantener una conversación (Historia de Los “Chatbots”: De Alan Turing a La Innovación En La Atención Al Cliente, 2021).

Una de las principales ventajas de este tipo de tecnología es la continuidad operativa que ofrece, pues puede atender a los usuarios las 24 horas del día, los 7 días de la semana. Y además, se adapta a numerosos canales, siendo los más populares Facebook Messenger, WhatsApp y Web Chat, aunque también se pueden integrar en Twitter, correo electrónico y mensajes SMS. Los agentes conversacionales se han convertido en herramientas presentes en nuestra vida cotidiana en forma de herramientas de ayuda, recuperación de información y sistemas de respuesta telefónica automática, en el ámbito del comercio electrónico o bien como apoyo en procesos de aprendizaje. Por ello, se están introduciendo en servicios al público como el comercio electrónico, los servicios bancarios (ImaginBank), la selección de personal (Unilever), el entretenimiento (Second Life) y la educación (Deakin University, Georgia Institute of Technology) (García Brustenga et al., 2018).

Las principales características que tienen y lo que les hace tan útiles en las áreas de negocio comentadas en el párrafo anterior son (Cerdas Mendez, 2019):

- **Accesibles:** permite que sean utilizados mediante texto-voz y su respuesta sea en la misma forma considerada como una interfaz universal, lo que facilita que sean accedidos por personas con diferentes capacidades.
- **Permite conocer el usuario:** permiten enviar información acerca de las palabras más buscadas por el usuario, tipos de compra, comportamiento, fidelidad y le permite poder entrenar mejor el *bot* para mejorar las respuestas.
- **Disponibilidad:** permiten que el usuario tenga acceso a la información 24/7, por lo tanto, se requiere una infraestructura siempre disponible.
- **No requiere operadores humanos:** No es necesario la intervención de un ser humano para cada sesión de chat pero, en ocasiones, es necesario que el asistente sea entrenado y tenga un humano controlador para brindar las respuestas que el *chatbot* no logra entender.
- **Información rápida:** Los usuarios cada vez son más exigentes con el uso de las nuevas tecnologías, buscan respuestas rápidas sino abandonan la plataforma. Esta inmediatez es la gran ventaja de los *chatbots* debido a que pueden realizar consultas y obtener información en cualquier momento del día.
- **No requiere instalar nuevas apps:** Debido a las limitaciones de los dispositivos móviles (memoria RAM, batería y almacenamiento), así como el hecho de estar cambiando entre apps, se ha comprobado que los usuarios no quieren nuevas apps.
- **Conversaciones como interfaz:** Los *chatbots* son la nueva era de aplicaciones debido a que pueden funcionar en cualquier dispositivo, la forma del usuario para introducir datos y obtener datos es mediante una conversación. La conversación es considerada más natural que el hecho de realizar clic en botones, además ellos pueden responder con videos, imágenes y audios. Las interacciones con texto son rápidas, divertidas, flexibles, íntimas y más descriptivas que otras interfaces de usuario.

Todas estas características y el nivel de madurez de la tecnología, impulsado por grandes empresas como Apple, Amazon, IBM y Google, hace que los asistentes conversacionales estén jugando un papel relevante en la era de Internet y los dispositivos móviles.

La implantación de estas herramientas en todos los sectores están cambiando la forma en que los usuarios usan los dispositivos, las conversaciones son la nueva interfaz de

usuario, los *bots* son las nuevas aplicaciones, ha aumentado la implementación de la inteligencia artificial en muchos procesos y las aplicaciones de mensajería son el nuevo buscador (Cerdas Mendez, 2019).

Desde el punto de vista educativo los *chatbots* brindan nuevas oportunidades, permiten crear nuevos entornos de aprendizaje que hacen que el alumnado se sienta más cómodo y motivado, también amplían el espacio de aprendizaje que tiene reservado el aula o las tutorías, pudiendo permanecer en contacto con el profesor mediante el asistente conversacional en cualquier momento. En el siguiente capítulo se van a analizar las ventajas del uso de los *chatbots* centrándose únicamente en el contexto educativo, para ello, se va a introducir un nuevo término llamado Asistentes conversacionales pedagógicos.

2.2 ASISTENTES CONVERSACIONALES PEDAGÓGICOS

Como ocurre con otras tecnologías innovadoras la posibilidad de integrar agentes en entornos de aprendizaje también está aumentando. Debido a este interés, surge el término de Asistentes o Agentes Conversacionales Pedagógicos (ACP). Los ACP son sistemas interactivos que enseñan a los estudiantes asumiendo un rol de profesor, estudiante o acompañante mediante un diálogo en lenguaje natural (Tamayo & Pérez-Marín, 2017).

El objetivo de adoptar la tecnología de los asistentes conversacionales en la educación es el de combinar las ventajas de los sistemas *e-learning* que se caracterizan por la flexibilidad espacial, temporal, la especialización y la adaptabilidad, con las ventajas de la enseñanza tradicional entre las que se encuentra conservar el contacto con el profesor y evitar la sensación de aislamiento consecuencia de la educación a distancia (Tamayo-Moreno et al., 2016).

Según (Nunes et al., 2002) los ACP tienen el potencial para ofrecer las siguientes características:

- **Adaptabilidad:** el agente puede ajustar los contenidos al modelo del estudiante. Si los estudiantes presentan dificultades el agente puede proveer instrucciones adicionales y más contenidos para solventar esa situación.

- **Motivación:** el circuito puede incitar a los estudiantes a interactuar haciendo preguntas y proporcionando retroalimentación adaptada.
- **Soporte afectivo:** el agente puede intentar animar al estudiante y mantener su atención.
- **Capacidad de evolución:** el agente puede ir aprendiendo del estudiante o de otras fuentes para enriquecer la conversación.

Un asistente conversacional debe poder mantener una conversación “inteligente” sobre un dominio. Por otro lado, no es un sistema para reemplazar al profesor o al estudiante, se trata de un complemento que además puede estar representado por un personaje virtual animado o no.

2.3 CLASIFICACIÓN DE ACP EN EDUCACIÓN

(Tamayo Moreno, 2017) clasifica los agentes según su **rol** dentro del aula. Según esta clasificación, podemos encontrar tres tipos diferentes:

1. **Rol de profesor** cuya función principal es la de enseñar.
2. **Rol de estudiante**, cuyo objetivo es aprender.
3. **Rol de acompañante**, dispuestos a servir de guía o incluso proporcionar soporte afectivo.

(García Brustenga et al., 2018) clasifica los ACP según **las funciones que desarrollan**. En el ámbito educativo se pueden clasificar a partir de las tareas siguientes:

1. **Administrativas y de gestión para favorecer la productividad personal:** prestan asistencia personal al alumnado, facilitando su acogida y su productividad personal. Las tareas incluyen la gestión del calendario o del correo electrónico y el recordatorio de tareas y entregas o recogida de evaluaciones. Esta atención ininterrumpida implica dar un servicio rápido y personalizado a cada estudiante, lo que quita presión a la administración de servicios académicos.
2. **Resolución de preguntas frecuentes:** dan respuesta a las preguntas frecuentes de los estudiantes, relativas a administración o a conceptos y contenidos de aprendizaje. A diferencia de los primeros, no incluyen elementos de personalización sino de servicios al estudiante en forma de preguntas frecuentes (FAQ). Las tareas incluyen información sobre admisiones y matrícula, servicios

financieros, problemas técnicos (correo electrónico, campus virtual, etc.) o dudas frecuentes relacionadas con el contenido de estudio.

3. **Acompañamiento al estudiante:** permiten hacer un acompañamiento del estudiante durante el proceso de aprendizaje. Son capaces de responder emocionalmente (incluyen gestos y expresiones de comunicación no verbal). Monitorizan la comprensión del estudiante (control cognitivo) y pueden poner andamiaje y hacer sugerencias al estudiante cuando lo necesita. Una de las tareas principales es la facilitación y adaptación de contenidos. En este caso, son ACP que permiten generar y adaptar contenidos de un programa educativo y que se envían directamente al usuario, teniendo en cuenta sus preferencias.
4. **Motivación:** contribuyen a ejercer un control de comportamiento, aportando un refuerzo positivo motivacional. Este proceso hace que finalmente aumente la retención de los estudiantes, algo especialmente relevante en entornos de educación en línea.
5. **Práctica de habilidades y destrezas específicas:** permiten practicar diálogos en el aprendizaje de lenguas, simulando conversaciones en contextos organizadas por niveles y con diferentes papeles y discursos.
6. **Simulaciones:** simulan situaciones profesionales concretas y pueden dar apoyo a la reflexión o la terapia. Por ejemplo, en el ámbito de la salud pueden simular el tratamiento a enfermos; en la atención psicológica, la atención a pacientes, y en la educación formal o social, la comprensión de diferentes situaciones de aprendizaje escolar.
7. **Estrategias de reflexión y metacognitivas:** ayudan a los estudiantes a regular sus propios procesos metacognitivos (reflexión sobre el proceso de aprendizaje propio), funcionan como un compañero experto y pueden constituir el andamiaje que facilite el aprendizaje.
8. **Evaluación del aprendizaje de los estudiantes:** pueden actuar como evaluadores de ejercicios de manera rápida y automática. Un ejemplo es la puntuación automática de trabajos, que da retroalimentación en cursos masivos a partir de un aprendizaje automático capaz de analizar miles de ensayos y de dar una puntuación automatizada. También incluyen tareas vinculadas con el retorno al estudiante, que recibe apoyo gracias al retorno formativo y a la adaptación del proceso de aprendizaje (los contenidos y las actividades) al ritmo y a las necesidades del estudiante.

2.4 REVISIÓN DE AGENTES USADOS EN CONTEXTOS EDUCATIVOS

Un objetivo inicial de este TFM era realizar una revisión de agentes en Educación Secundaria. Para ello, se han realizado búsquedas en internet combinando palabras claves como: asistente conversacional, educación, educación secundaria en inglés y en español. Debido al escaso número de casos de aplicación en Educación Secundaria, la revisión que se presenta a continuación amplía el foco a otros contextos educativos. Los textos donde se han encontrado más casos reportados son (Tamayo Moreno, 2017) y (García Brustenga et al., 2018).

A continuación se presentan los 15 ACP que se han seleccionado. Se ha elegido un formato de tabla para que la información de cada uno de ellos sea homogénea y facilite la comparación entre ellos. La tabla contiene la siguiente información: rol, función dentro del aula, caso de uso, ámbito, número de estudiantes, resultados de la prueba y referencias.

Autotutor (2006)	
Rol	Profesor
Función	Acompañamiento del estudiante
Ámbito	Universitario. Conocimientos informáticos y la física newtoniana
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none">- El AutoTutor es un sistema de tutoría inteligente que hace uso de un ACP animado. Simula el patrón discursivo y las estrategias didácticas de un tutor humano típico.- Ayuda a los estudiantes a aprender manteniendo una conversación en lenguaje natural.- El diálogo del Autotutor se adapta al nivel del conocimiento del usuario, incluida la conversación, reaccionando de forma pedagógicamente adecuada- Está ampliando capacidad de detectar emociones
Número de participantes	Ha sido probado en más de mil estudiantes.
Resultados	<ul style="list-style-type: none">- Produce ganancias de aprendizaje.- Aumentar hasta 0.8 el resultado final de los exámenes.

Autotutor (2006)	
Referencias	(Jackson & Graesser, 2006) (Tamayo Moreno, 2017)

Tabla 1. Tabla descriptiva del bot Autotutor

Laura (2009)	
Rol	Profesor
Función	Resolución de preguntas frecuentes
Ámbito	Curso de idiomas universitarios
Caso de uso	Se trata de una herramienta diseñada para aprender vocabulario y mejorar la conversación del idioma español.
Número de participantes	Dos grupos de 23 y 24 estudiantes que usaban diferentes versiones del ACP.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> - No encontraron muchas diferencias entre los dos grupos - La mayoría del alumnado expresó una satisfacción general con la aplicación basada en entornos web, indicando que las características encontradas en ambos entornos les ayudaron a participar más con el material y así aumentaron su retención del vocabulario. - En un grupo el 87,5% indicaron que el entorno fue exitoso o algo exitoso, en el otro grupo fue un 87%. - Por otro lado un 12% manifestaron que el contenido multimedia les generaba distracciones.
Referencias	(Theodoridou, 2010)

Tabla 2. Descripción del bot Laura

Willow (2010)	
Rol	Profesor
Función	Evaluación de aprendizajes de los estudiantes
Ámbito	Universitario
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Se trata de un sistema de evaluación automática y adaptativa de respuestas en formato de texto libre. Pudiendo escribirse

Willow (2010)	
	<p>en inglés o español, y siendo contrastadas con referencias insertadas por diferentes profesores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Complementa el trabajo de los profesores y permite un aprendizaje híbrido, donde el profesor enseña contenidos a los
Número de participantes	<p>Se ha usado en numerosas ocasiones en ámbito universitario con alumnado de Informática y Telecomunicaciones, pero se hizo un experimento, 173 estudiantes con un perfil técnico, 45 estudiantes con un nivel no técnico, y en el curso siguiente, se usó con 45 estudiantes de perfil no técnico.</p>
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Los resultados muestran respuestas positivas ante la consulta de la utilidad para el repaso. - Manifestaron que es fácil de usar y les gustaría usarlo más veces.
Referencias	<p>(Tamayo Moreno, 2017)</p>

Tabla 3. Descripción del bot Willow

Betty (2009)	
Rol	Estudiante
Función	Estrategias de reflexión y metacognitivas
Ámbito	Estudiantes de Ciencias Naturales de 5º Grado (10-11 años)
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Es un agente al que los estudiantes enseñan mediante mapas de conceptos utilizando el entrenamiento del agente como una actividad de motivación adicional, el alumnado aprende para mejorar el conocimiento del agente y gracias a ello los estudiantes aprenden mejor por sí mismos. - Se enseña mediante mapas de conceptos y dependiendo de estos responderá a las preguntas del alumnado de manera razonada. Esta supervisión la hace otro agente llamado Mr. Davis que tiene rol de tutor que dinamiza la conversación y aclara conceptos al estudiante si es necesario. - 3 versiones de agente: versión de aprendizaje, aprender enseñando: aprendizaje autorregulado en donde los estudiantes enseñan a Betty y reciben mensajes meta cognitivos de ella y una versión del sistema de entrenamiento

Betty (2009)	
	en el que los estudiantes crearon un mapa con la orientación del agente mentor.
Número de participantes	56 estudiantes repartidos en dos aulas distintas asignados aleatoriamente a las 3 versiones del agente.
Resultados	Los resultados obtenidos prueban que es efectivo en la ayuda a los estudiantes en las preguntas de respuesta libre. El estudio junto con la investigación previa, demostró que trabajar con Betty es útil porque apoya el compromiso de los estudiantes y promueve procesos cognitivos en la educación.
Referencias	(Biswas et al., 2016) (Tamayo Moreno, 2017)

Tabla 4. Descripción del bot Betty

Challenging Teachable Agent (2014)	
Rol	Estudiante
Función	Estrategias de reflexión y metacognitivas
Ámbito	Educación Secundaria
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - El agente es utilizado para enseñar historia a niños de 10 a 12 años. - El estudiante asume el papel de maestro y va enseñando a un elfo del tiempo de dos maneras: una observando al estudiante realizar la actividad de aprendizaje por su cuenta y otra realizando la actividad de aprendizaje junto con el estudiante. - Tanto el agente como el estudiante pueden sugerir cosas con la idea de que el otro lo acepte o lo rechace. - Parte de una base de conocimiento vacía.
Número de participantes	20 niñas y 15 niños de 11 años en Suecia.
Resultados	Por un lado, se ha demostrado que el ACP funciona en el enfoque de aprender enseñando (Learning by teaching), proporcionando ventajas como motivación creciente, profundidad del aprendizaje, esfuerzo, etc. Por otro lado, que el desafío en el proceso de

Challenging Teachable Agent (2014)	
	aprendizaje tiene efectos positivos. El estudio realizado apunta que la adición de un comportamiento desafiante en un agente puede fortalecer aún más los efectos positivos
Referencias	(Silvervarg et al., 2014)

Tabla 5. Descripción del bot Challenging Teachable Agent

Lucy (2013)	
Rol	Estudiante
Función	Estrategias de reflexión y metacognitivas
Ámbito	Educación secundaria
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Lucy es un agente para ayudar al alumnado a resolver ecuaciones de Matemáticas. Son los estudiantes los que le enseñan a resolver una ecuación algebraica empleando la tecnología SimStudent (http://www.simstudent.org/). - Maneja estrategias de aprendizaje de aprender mediante ejemplos, generan hipótesis para explicar las soluciones proporcionadas por los ejemplos. - A través de la resolución de problemas se proporcionan problemas al agente y éste va preguntando si los pasos son correctos.
Número de participantes	El estudio incluyó a 12 estudiantes de sexto al octavo curso.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> - En general, los estudiantes en el estudio de evaluación mejoraron sus habilidades en la ecuación después de la tutoría con SimStudent durante unos 70 minutos de promedio. - Mostró que el alumnado con perfil inferior en la resolución de ecuaciones, se quedaba atascado al proporcionar pistas al agente, se vio que necesitaban una instrucción más directa, aprender a través de la resolución de problemas no resultó muy efectivo en el caso de estudiantes con bajo rendimiento.
Referencias	(Matsuda et al., 2013) (Tamayo Moreno, 2017)

Tabla 6. Descripción del bot Lucy

The Teachable Agent Math Game (2014)	
Rol	Estudiante
Función	Estrategias de reflexión y metacognitivas
Ámbito	Escuela desde 2º a 6º grado clases normales. De 7º y 8º grado para alumnado con dificultades en matemáticas.
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Utiliza SimStudent - Se trata de un entorno de aprendizaje diseñado para fomentar la comprensión conceptual y el razonamiento en matemáticas entre los niños en edad escolar más pequeños. - El entorno de aprendizaje consta de 48 variantes de juego para 2 jugadores basadas en un modelo gráfico de aritmética donde el contenido matemático está intrínsecamente entrelazado con la idea del juego. - El entorno también cuenta con agentes enseñables. Por tanto, proporciona tanto aprender haciendo (jugar el juego) como aprender enseñando (enseñar al agente a jugar).
Número de participantes	<ul style="list-style-type: none"> - Realizaron un estudio auténtico cuasi-experimental con 153 estudiantes de 3º y 5º grado durante nueve semanas que comparaba los efectos de aprendizaje con y sin el agente. - La versión de SimStudent que permite el aprendizaje por la enseñanza se utilizó en un estudio experimental de tres días de clase con 160 estudiantes de Secundaria. - Se realizó en un municipio sueco, involucró a 500 estudiantes de segundo a octavo.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> - En el primer grupo muestran ganancias de aprendizaje significativas para el grupo de juego en comparación con el grupo de control en el logro matemático y la auto eficacia, pero no en la actitud. - En el grupo de secundaria muestra que el grupo de auto explicación trabajó significativamente con menos problemas para lograr el mismo aprendizaje, en comparación con el grupo sin auto explicación, lo que indica que la auto explicación puede ser eficaz para el aprendizaje. Sin embargo, el estudio no mostró evidencia de que los estudiantes adquieran conocimientos conceptuales y sólo tendencias

The Teachable Agent Math Game (2014)	
	<p>débiles de los estudiantes mejorando en las habilidades requeridas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - En el tercer experimento hubo ganancias de aprendizaje entre los estudiantes, entre ellos en la comprensión conceptual de temas de Matemáticas.
Referencias	(Pareto, 2014)

Tabla 7. Descripción del bot The Teachable Agent Math Game

MyPet (2008)	
Rol	Acompañanate
Función	Acompañamiento al estudiante
Ámbito	Escuela de primaria. Idioma Chino.
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Es un sistema propuesto para promover el comportamiento de los estudiantes en cuanto al esfuerzo. - Se basa en la demostración al estudiante de que el fracaso en un proceso de aprendizaje puede deberse a la falta de esfuerzo y trata de fomentarlo. - El objetivo se centró en la efectividad del sistema My-Pet en términos de tres aspectos: logro del aprendizaje, retroalimentación afectiva y tiempo dedicado a la tarea de aprendizaje. Para ello, se utilizó un diseño experimental comparativo entre sujetos.
Número de participantes	Participaron 82 estudiantes de quinto grado de 3 clases, aunque debido a las ausencias finalmente fueron 68, que a priori, tenían antecedentes similares y rendimiento de aprendizaje en el idioma sujeto de estudio.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Los resultados muestran una mejora del rendimiento de aprendizaje y aumento de la motivación en periodos cortos de tiempo. - Con este sistema los estudiantes parecen estar más involucrados en el aprendizaje. - Una vez más incluir el juego en el aprendizaje aumenta la motivación y el compromiso del alumnado.

MyPet (2008)	
Referencias	(Tamayo Moreno, 2017)

Tabla 8. Descripción del bot MyPet

Troublemaker (1996)	
Rol	Acompañamiento
Función	Evaluación del aprendizaje de los estudiantes, Estrategias de reflexión y metacognitivas
Ámbito	Propuesta conceptual, no se ha probado en aula.
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - La hipótesis de partida es que el estudiante trata de demostrar que el agente está equivocado y buscaría información, sirviéndole para aprender. - Está basado en la estrategia aprendizaje por perturbación "learning by disturbing". - El troublemaker puede tener diferentes comportamientos: dar una respuesta equivocada al problema para forzar al alumnado a reaccionar y proponer la solución correcta, esperar su solución y dar una sugerencia o solución equivocada o un contraejemplo.
Número de participantes	No hay ejemplos de uso en aula.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> - El alumnado está involucrado en una elaboración constructiva del conocimiento. - Obliga al alumnado a aprender desde el razonamiento para demostrar al agente que su respuesta es correcta. - Un estudio del agente determinó que su uso anima al estudiante a cuestionar su propio conocimiento y está directamente relacionado con la motivación. - Como parte negativa, este tipo de estrategias funcionan mejor en estudiantes de alto rendimiento.
Referencias	(Tamayo Moreno, 2017)

Tabla 9. Descripción del bot Troublemaker

Jill Watson (2016)	
Rol	Profesor
Función	Resolución de preguntas frecuentes
Ámbito	Universitario
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Profesora asistente de cursos online en la Universidad Tecnológica de Georgia (EE.UU). - Respondía consultas electrónicas de 300 usuarios. Recordaba fechas y hacía preguntas para suscitar conversaciones. - Se ha estado usando sin que los estudiantes ni profesores compañeros se dieran cuenta. - El entrenamiento de Jill consistió en la lectura y comprensión de 40.000 entradas de un foro llamado Piazza (https://piazza.com/).
Número de participantes	300 estudiantes de un curso a distancia.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Nadie se dio cuenta. - Recibió de las mejores evaluaciones de toda la universidad. - Fue capaz de contestar al 40% de las preguntas de los estudiantes.
Referencias	(Jiménez, 2016) (García Brustenga et al., 2018)

Tabla 10. Descripción del bot Jill Watson

Duolingo (2012)	
Rol	Profesor
Función	Simulación
Ámbito	Cursos de idiomas online
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - Los <i>bots</i> de Duolingo (disponibles en varios idiomas, incluido el español) son capaces de aceptar y reaccionar a una gran variedad de respuestas. - Parte del éxito de este tipo de agentes es que los estudiantes pierden el miedo, la vergüenza a equivocarse

Duolingo (2012)	
Número de participantes	Es una plataforma para aprender idiomas que miles de usuarios desde 2016.
Resultados	Más de 2,5 millones de conversaciones al mes.
Referencias	(Durán, 2017)

Tabla 11. Descripción del bot Duolingo

Agente para el aprendizaje colaborativo (colMOOC)	
Rol	Profesor
Función	Evaluación del aprendizaje de los estudiantes, Estrategias de reflexión y metacognitivas
Ámbito	Universitario
Caso de uso	<ul style="list-style-type: none"> - El agente pretende fomentar estrategias de aprendizaje colaborativo efectivo entre pares de estudiantes que colaboran a través de un chat. - Hicieron un estudio para comparar diferentes estrategias de intervención del <i>chatbot</i> y ver si se observaban diferencias en el nivel de satisfacción de los estudiantes y en el número de interacciones entre ellos. - Un investigador junto con dos profesores diseñaron una tarea de aprendizaje colaborativo donde el alumnado tenía que hacer una lluvia de ideas para acordar los beneficios del aprendizaje colaborativos y había dos estrategias de intervención, una basada en el conocimiento y otra en intervenciones de base social.
Número de participantes	54 estudiantes, profesores en formación de Educación Primaria con edades entre 17 y 33 años.
Resultados	<ul style="list-style-type: none"> - Los resultados reflejan que el alumnado que usó la estrategia de intervención basada en conocimiento estaba más satisfecho que el alumnado de la base social. La tarea les ayudó a desarrollar más argumentos, intercambiar opiniones, ideas y razonamientos sobre el modelo de dominio.

Agente para el aprendizaje colaborativo (colMOOC)	
	- Los estudiantes de ambos grupos coincidieron que la actividad colaborativa fue beneficiosa para su aprendizaje y les gustaría participar en más en un futuro.
Referencias	(Michos et al., 2020)

Tabla 12. Descripción del Agente para el aprendizaje colaborativos

Dr. Roland (2012)	
Rol	Profesor
Función	Evaluación del aprendizaje de los estudiantes, Estrategias de reflexión y metacognitivas
Ámbito	Alumnado de secundaria
Caso de uso	Dr. Ronald tiene como objetivo de ayudar a los estudiantes a comprender, y mejorar su capacidad para resolver problemas. Se partió de tres hipótesis: <ol style="list-style-type: none"> 1. Es posible desarrollar un Agente de Comprensión Lectora para soporte de problemas de matemáticas utilizando Diseño Centrado en el Usuario. 2. Es posible que haya una relación entre el uso del agente y la capacidad de resolución o comprensión de los ejercicios por parte de los estudiantes en edad escolar. 3. Es posible obtener un alto nivel de satisfacción/ aceptación por parte de los usuarios al emplear el agente.
Número de participantes	38 estudiantes y 3 profesores.
Resultados	Se ha registrado una mejoría en la capacidad de comprensión de los estudiantes al usar el agente. Pero no se encuentra una mejora en la resolución de los ejercicios.
Referencias	(Tamayo & Pérez-Marín, 2012)

Tabla 13 Descripción del bot Dr. Roland

Además de los ACP expuestos en estas tablas hay un grupo de asistentes conversacionales cuya funcionalidad es facilitar al estudiante los trámites

administrativos en la universidad como el de la Universidad CEU Cardenal Herrera², también está Pounce³ que sirve para hacer recordatorios, preguntas frecuentes y encuestas.

Podemos decir que en cuanto a los roles, hay representación de los tres: profesor, estudiante y acompañante. Los casos de uso de los roles de acompañante y estudiante requieren de mayor implicación por parte del alumnado. Siempre que responda positivamente y el alumnado adquiera compromiso con el agente, esta implicación puede favorecer la motivación y se ha mostrado que da buenos resultados. Por el contrario, si el alumnado no se compromete y se trabaja con perfiles bajos, como se observa en los agentes Lucy y Troublemaker, los resultados no son tan favorecedores. En el caso de los agentes que asumen el rol del profesor, los estudiantes no requieren de esa implicación ya que tendrá que ir siguiendo las pautas que el agente le vaya marcando.

En cuanto a las funciones del asistente, se han cubierto prácticamente todas las que se encuentran en la clasificación presentada en la sección 2.3. Las más extendidas son las de “resolución de preguntas frecuentes” y las “administrativas”, posiblemente debido a que han sido las primeras en ponerse en práctica en ámbitos fuera de la educación. En esta revisión no se ha prestado especial atención a dicha funcionalidad ya que se suele cumplir un objetivo no pedagógico, sino que busca la descarga administrativa del personal de servicios o de los profesores según sea su aplicación. Aun así me gustaría destacar el caso del agente Jill Watson (Jiménez, 2016), que ha sido utilizado por una muestra de estudiantes mayor que otros casos de uso y sigue en funcionamiento. Los estudios publicados sobre este agente reportan que los estudiantes no se percataron de su naturaleza.

² Universidad CEU Cardenal Herrera: <https://news.microsoft.com/es-es/2017/04/07/universidad-ceu-cardenal-herrera-reinventa-la-relacion-alumnos-gracias-microsoft/>

³ Pounce: <http://blog.admithub.com/case-study-how-admithub-is-freezing-summer-melt-at-georgia-state-university>

El ámbito de los ACP es variado, predominando las aplicaciones en aulas universitarias. Aun así también hay ejemplos en primaria, secundaria y en cursos de idiomas como: Betty, Challenging Teachable Agent, Lucy, The Teachable Agent Math Game y MyPet. La materia generalmente es científica: matemáticas, resolución de ejercicios, informática, etc. También son utilizados para aprender idiomas como es el caso de Duolingo. Solo uno de los casos revisados fue diseñado para aprender Historia (Challenging Teachable Agent), y es el primero que se usa con una materia no perteneciente al área científica. No se ha encontrado ninguno relacionado con la materia de Tecnología.

En cuanto al número de participantes, como la mayoría proceden de experiencias de investigación, tratan de contestar a sus preguntas de investigación con pruebas de concepto con una muestra que no suele abarcar más de dos tres clases. En algunos casos se realiza un uso diferenciado del agente en cada grupo, para comparar los resultados de diferentes estrategias de diseño del agente o de los resultados de un grupo que ha usado el agente frente al que no le ha usado.

En cuanto a los resultados, la mayoría de los estudios concluye que el uso de los agentes conversacionales es beneficioso. Para medirlo algunos usan encuestas que realizan después de la experiencia y otros datos se obtienen del rendimiento de los estudiantes. En todos los casos donde se ha preguntado al alumnado, se concluye que prefieren tener a su alcance *chatbots* a no tenerlo.

Para concluir, la incorporación de los ACP al aula está aceptada por el alumnado, los estudiantes se encuentran cómodos utilizándolos y en algunos de los casos reportados se afirma que traen consigo una ligera mejoría de resultados, aunque en algún ejemplo de la revisión se ha mostrado que con perfiles bajos no funcionan bien.

2.5 REFLEXIÓN FINAL

Este capítulo ha tenido como objetivo introducir al lector a la tecnología de los asistentes conversacionales y sobre todo, ver mediante sus ejemplos de uso, de qué manera se han podido aprovechar sus ventajas en el aula.

No hay muchos ejemplos del uso de asistentes conversacionales en el aula, aunque en los últimos años se está generando más interés en el contexto educativo motivado por la revolución de los agentes creados por las grandes empresas de tecnología: Apple,

Amazon, Google, IBM, Microsoft y también por las nuevas tendencias de consumo de aplicaciones móviles y de mensajería instantánea. Los asistentes conversacionales son la unión de varias tecnologías, la mayoría de reciente creación: Inteligencia artificial, *machine learning*, diseño de interfaces, diseño web, aplicaciones de mensajería instantánea, aplicaciones para dispositivos móviles, etc. Podemos justificar que hasta estos últimos años no ha habido demasiadas experiencias de uso porque esta tecnología no estaba lo suficientemente madura ni tenía el respaldo del mercado que si tiene en la actualidad.

La mayor parte de las experiencias que se han descrito se han probado en contexto universitario. Esto se puede deber a que dichas experiencias surgen de proyectos de investigación de origen universitario y para realizar las pruebas de concepto y poner a prueba el agente, lo más sencillo es recurrir a aulas universitarias. Aun así, hay algunos ejemplos de aplicación Educación Primaria y Secundaria. Que no haya más ejemplos en Primaria puede estar relacionado con la edad del alumnado, a pesar de que cada vez se usan dispositivos móviles a edades más tempranas, puede que no tengan edad suficiente para situarles frente a un asistente conversacional con garantías, sería más costoso enseñarles a usar el agente que lo que se pretende aprender con él. En estos casos hay que poner mucha atención en el diseño de las interfaces, que será muy distinto según el formato en el que se presente: web, aplicación móvil, redes sociales, etc. Para el caso de Educación Secundaria desaparecen algunas de estas limitaciones y a lo largo del ciclo es frecuente que el alumnado tenga dispositivos móviles para su uso personal y está totalmente familiarizado con su utilización y las diferentes aplicaciones que se pueden instalar. Parece una edad idónea para utilizar los ACP y tratar de aprovechar todas las ventajas que ofrece, pero ¿Por qué hay tan pocas experiencias en secundaria? ¿Qué dificultades se encuentra un profesor a la hora de apostar por esta tecnología?

Teniendo en cuenta la tecnología existente, que facilita la creación de *chatbots*, nos podemos preguntar qué requisitos debe cumplir un profesor y una materia para pensar en el uso de un ACP en su aula. Entre otras preguntas que debemos responder están las siguientes: ¿qué pasos deberá dar un profesor que desee utilizar ACP en su aula?, ¿hasta qué punto hacen falta conocimientos de informática para ello?, ¿qué esfuerzo le costará a un docente diseñar un ACP para su asignatura?

En el siguiente capítulo vamos a intentar dar respuesta a estas cuestiones. Se hará una revisión de la tecnología existente para construir ACP y si hay plataformas que permitan su diseño sin tener conocimientos técnicos. A continuación procederemos a construir un agente sencillo para vivenciar y analizar las posibilidades y dificultades reales que un profesor pueda tener a la hora de diseñar un ACP.

3 IMPLEMENTACIÓN DE ACP PARA EDUCACIÓN SECUNDARIA

Parte de nuestra aproximación al estudio de los *chatbots* ha consistido en hacer una implementación de prueba para una unidad didáctica de Tecnología. Para ello ha sido necesario conocer las plataformas existentes para el desarrollo de *chatbots* y seleccionar una de ellas. En este capítulo se recogen algunas plataformas para desarrollar *chatbots*. Se va a utilizar una de ellas para hacer una implementación de un asistente conversacional para el estudio de los metales, unidad didáctica perteneciente a la asignatura de Tecnología de 1º de la ESO.

3.1 PLATAFORMAS PARA CREACIÓN DE ACP

Vamos a distinguir dos tipos de plataformas, el primer tipo lo componen plataformas para desarrollar *chatbots*, generalmente orientadas a personas con perfil técnico; el segundo tipo son plataformas de creación de *chatbots* mediante asistentes, que permiten la posibilidad de crear asistentes sin tener conocimientos de programación ni ningún tipo de experiencia previa (Demetriadis et al., 2018).

De manera similar a los asistentes de creación de páginas web, los asistentes se basan en plantillas prediseñadas que cubren casos de uso del agente. En función del agente seleccionado, la plantilla será más extensa, habrá más opciones de configuración o no. La revisión que se va a hacer en este sentido, va a ser atendiendo a los tipos de agentes que permiten construir y con qué plataformas se integran, viendo si podrían ser utilizadas por un profesor de educación secundaria.

A continuación se presenta una revisión de plataformas que permiten creación de ACP sin tener conocimientos técnicos de programación:

- **Watson**⁴: producto de IBM, ofrece el servicio de conversación Watson para el procesamiento de lenguaje, que facilita la creación de *chatbots* y asistentes

⁴ <https://www.ibm.com/es-es/watson>

Proporcionada por Chatbots Magazine, 2021, <https://chatbotsmagazine.com/worlds-biggest-ai-engines-comparison-46e421413ab>

- **DialogFlow**⁶: pertenece a Google, tiene una plataforma de comprensión del lenguaje natural que se utiliza para diseñar e integrar una interfaz de usuario conversacional en aplicaciones móviles, aplicaciones web, dispositivos, *bots*, sistemas de respuesta de voz interactivos y usos relacionados, su nombre es Dialogflow y tiene una aplicación para crear asistentes básicos usando su tecnología sin tener conocimientos técnicos, cuenta con agentes pre-construidos para cubrir las necesidades más básicas.

DialogFlow permite construir agentes conversacionales basados en texto y en voz impulsadas por inteligencia artificial. Estos agentes o interfaces se puede integrar en sitios web, aplicaciones móviles, Facebook Messenger entre otros, además está presente en los dispositivos móviles que usan Android, el sistema operativo de Google. DialogFlow utiliza aprendizaje automático para comprender diálogos de los usuarios, para analizar sus intenciones y responder de la manera más útil (Demetriadis et al., 2018).

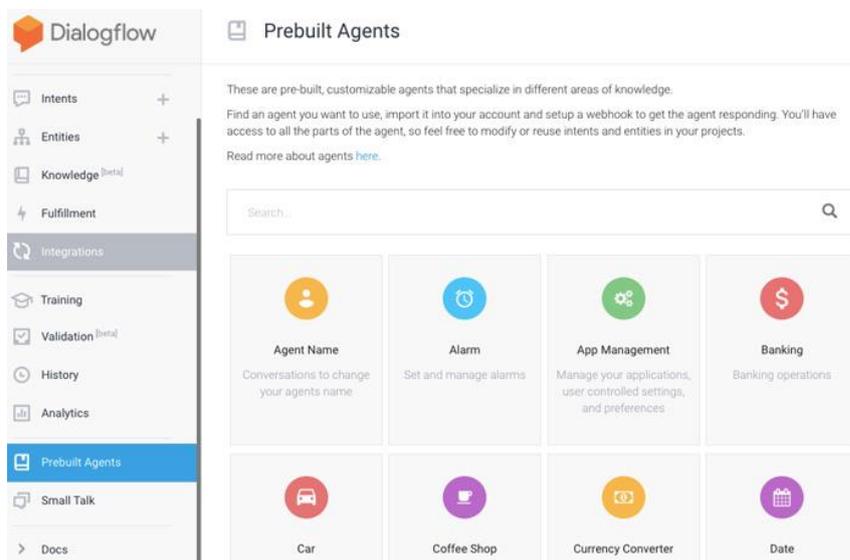


Figura 6. Imagen de los agentes pre-construidos de DialogFlow

⁶ <https://cloud.google.com/dialogflow>

Proporcionada por Google, 2021, <https://dialogflow.cloud.google.com/>

- **LEX⁷**: ofrece herramientas como Lex, Amazon Lex es un servicio para crear interfaces de conversación con voz y texto en cualquier aplicación. Ofrece las funcionalidades de aprendizaje profundo avanzadas del reconocimiento automático de voz para convertir voz en texto y tecnología de comprensión del lenguaje natural para reconocer la intención del texto, lo que permite crear aplicaciones con experiencias de usuario muy interactivas y conversaciones realistas.



Figura 7. Imagen ilustrativa del producto Lex de Amazon

Proporcionada por Google, 2021, <https://docs.aws.amazon.com/lexv2/latest/dg/what-is.html>

- **Facebook Messenger⁸**: es una de las principales plataformas donde pueden funcionar los *chatbots* (Messenger y WhatsApp), pero también ofrece Wit.ai, pensado para los desarrolladores para crear *chatbots*.

⁷ <https://aws.amazon.com/es/lex/>

⁸ <https://wit.ai/>



Figura 8. Imagen ilustrativa de Facebook Messenger

Proporcionada por Malavida, 2021, <https://www.malavida.com/es/soft/facebook-messenger/android/q/que-es-facebook-messenger.html#gref>

- **Chatfuel**⁹: Es una plataforma de *bots* que impulsa el 46% de todos los *bots* de Facebook Messenger, admite 97 idiomas. Ofrece una variedad de plantillas organizadas por temáticas, una vez seleccionada una el siguiente paso es definir los “grupos” y los “bloques”. Los grupos ayudan a organizar los bloques. Los bloques son paquetes de contenido que pueden incluir texto, imagen, galería y videos y permiten distribuir la carga de contenido, la conversación como queramos. Los grupos nos van a permitir organizar estos bloques de acuerdo a temáticas, de acuerdo al objetivo propuesto. Los desarrolladores pueden vincular bloques entre sí mediante botones en el texto o tarjetas de la galería. Con los complementos, los desarrolladores de *bots* pueden expandir la funcionalidad del *bot* agregando características adicionales como usuarios de ruta para una experiencia más personalizada, recopilar información de los usuarios, mostrar a los usuarios contenido objetivo, reproducir mensajes de video o audio directamente en el *bot* y muchos más.

⁹ <https://chatfuel.com/>

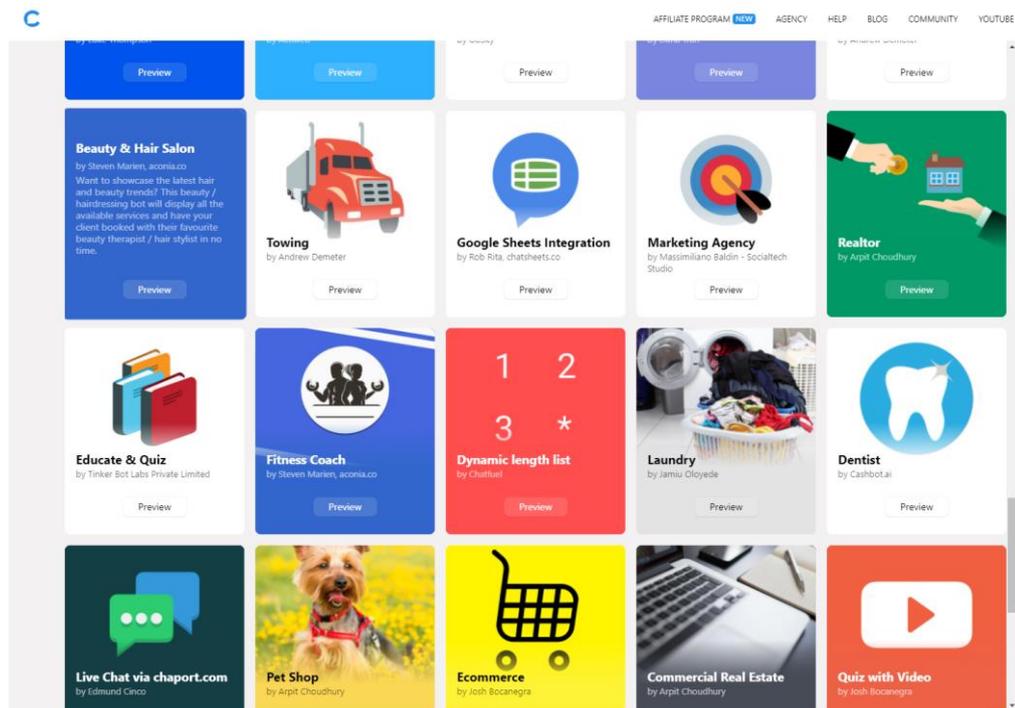


Figura 9. Plantillas disponibles en chatfuel

Proporcionada por Chatfuel, 2021, <https://chatfuel.com/>

Entre todas las plantillas tiene alguna de ellas dedicadas a cuestionarios y una en concreto “Educate & Quiz”, en teoría te permite usar el *bot* para introducir contenidos teóricos e incluso para preguntarles.

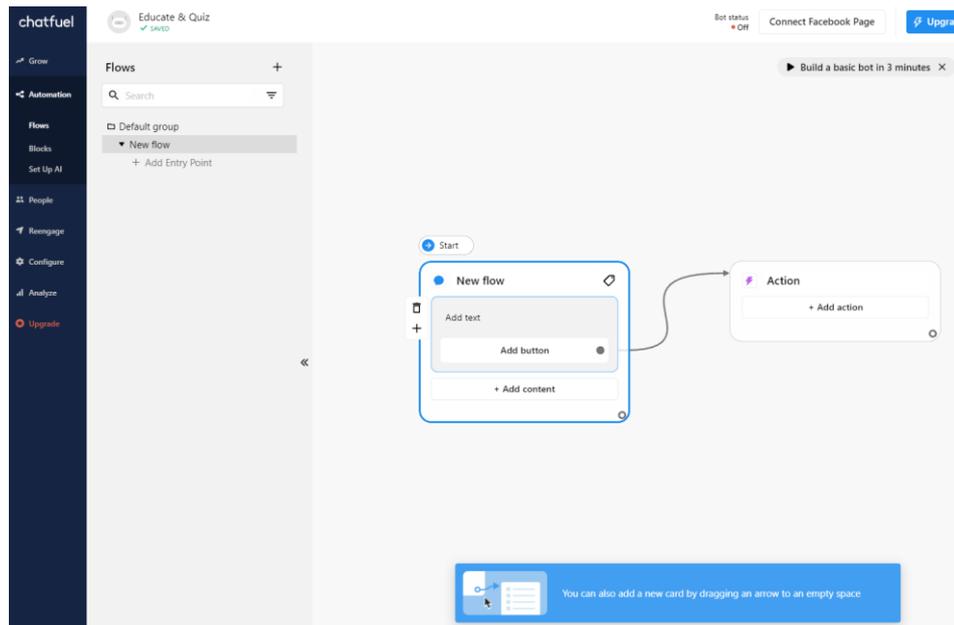


Figura 10. Ventana de creación de un chatbot en chatfuel

Proporcionada por Chatfuel, 2021, <https://chatfuel.com/>

- **Pandorabot**¹⁰: servicio web para construir y desplegar *chatbots*, es uno de los servicios de alojamiento de *chatbots* más antiguo. Se pueden crear agentes para mantener mensajes de texto, implementa y soporta el desarrollo del estándar abierto AIML (Artificial Intelligence Mark-up Language). Sus creadores afirman que han creado más de 3 millones de *chatbots* usando su plataforma. Proporciona un API de acceso y permite mediante integraciones publicar *chatbots* en canales de terceros como Skype, Slack, Messenger, Twitter. Este asistente no funciona con plantillas, tiene vista de editor de código, diseñador de un árbol de decisión y de las conversaciones.

¹⁰ <https://home.pandorabots.com/home.html>

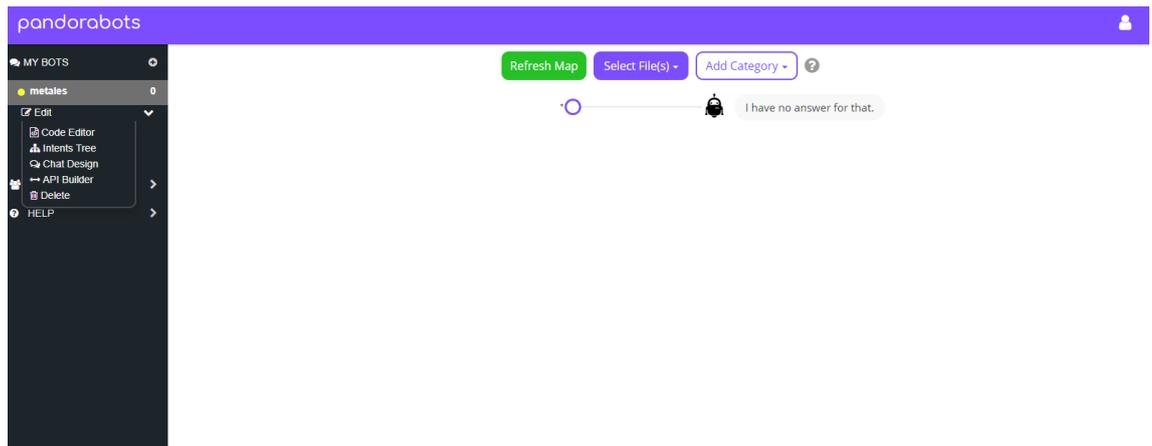


Figura 11. Ventana de creación de un chatbot en pandorabots

Proporcionada por Pandorabots, 2021, <https://home.pandorabots.com/home.html>

- **LandBot¹¹**: plataforma de generación de *chatbots* sin código muy intuitiva. Tiene plantillas con muchos propósitos distintos, la gran mayoría de ellas para dar servicio a empresas. Muy centrada en el uso de botones, permite ir seleccionando acciones, definiendo el flujo, tipos de respuesta diferentes, etc.

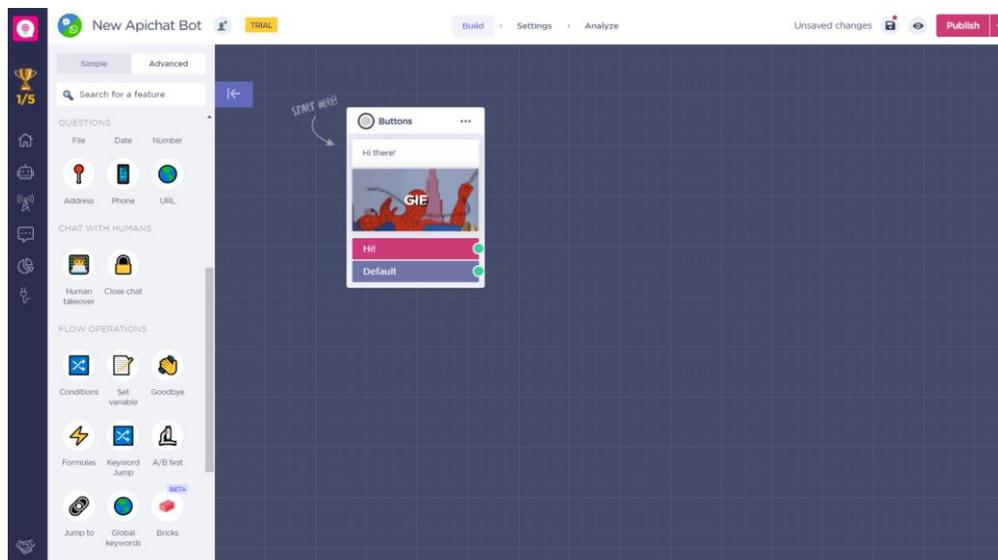


Figura 12. Ventana de creación de un chatbot con landbot

¹¹ <https://landbot.io/>

Proporcionada por Landbot, 2021, <https://landbot.io/>

En las plataformas de creación de *chatbots* mediante asistentes hay muchos enfoques de agentes conversacionales disponibles para incorporar en proyectos. Están pensadas sobre todo para el ámbito del marketing y para proporcionar servicios de apoyo a las empresas (García Brustenga et al., 2018). El motivo de que esto sea así puede ser porque es más rentable hacer esfuerzos en ámbitos donde se puede justificar el uso del agente con la rentabilidad que genera. El hecho de usar esta tecnología en un momento dado supone un ahorro o una mejora en la prestación de un servicio.

Esta rentabilidad se traduciría en la relación entre la carga de trabajo que le supone al profesorado incluir estas estrategias frente a la posible mejoría del aprendizaje de los estudiantes. A esto se puede añadir la mayor complejidad de las tareas relacionadas con el aprendizaje, y con la diversidad de conocimiento que se debería representar en los agentes. Todas estas son cuestiones difíciles de monetizar o demostrar, lo que dificulta que un profesor o un centro educativo, apuesten por invertir en estas tecnologías.

3.2 CASO PRÁCTICO: IMPLEMENTACIÓN DE UN *CHATBOT* PARA EL ESTUDIO DE METALES

En esta sección se describe el caso práctico que se ha llevado a cabo para estudiar en primera persona las dificultades que se encontraría un profesor de Secundaria para implementar un *chatbot* en su asignatura. Para realizar esta tarea, era necesario elegir un sistema de desarrollo de *chatbots* y seleccionar un contenido propio del área de Tecnología en el currículo de la ESO cuyas características encajaran bien en la definición de un *chatbot*.

Como sistema para el desarrollo del *chatbot* se ha escogido el producto DialogFlow (ver sección 3.1).

Se ha seleccionado DialogFlow porque permite empezar a construir un *chatbot* con pocas interacciones de ejemplo. El entrenamiento del agente comienza desde el primer momento. DialogFlow tiene capacidades de comprensión del lenguaje natural avanzadas, las interacciones con los usuarios son más naturales. También cuenta con múltiples opciones de integración en soluciones de terceros. En el caso de necesitar respuestas complejas que requieran de código fuente, DialogFlow permite ejecutar código sin gestionar ningún servidor. Incorpora herramientas de analítica que permite

ver el uso que tienen los usuarios del *chatbot*. Tiene alto grado de compatibilidad de idiomas (soporta 14) y de internos de desarrollo ya que permite integrarse con 7 diferentes. Además, y algo fundamental para este trabajo, tiene una versión Trial que permite construir el *chatbot* y hacer integraciones simples sin asumir ningún coste.

En lo relativo al dominio de conocimiento, se eligió la unidad didáctica sobre metales contenida en la asignatura de Tecnología de primero de la ESO (Orden EDU/362/2015. Currículo Que Regula La Implantación, Evaluación y Desarrollo de La Educación Secundaria Obligatoria En La Comunidad de Castilla y León, 2015). El motivo de esta elección es que se trata de una unidad no muy extensa y que contiene información muy estructurada, incluyendo definiciones, propiedades de los metales, clasificaciones, tipologías, usos, etc. Este tipo de información estructurada simplifica el proceso de adaptación al modelo de datos que propone el agente.

3.2.1 Conceptos básicos para configurar un *chatbot* con DialogFlow

A continuación se describe el proceso seguido para el diseño y puesta en marcha del *chatbot*.

Antes de empezar a diseñar el agente hay que conocer los conceptos sobre los que trabaja la herramienta de Google.

- El primero de ellos son las **intenciones** (*o intents*). Las intenciones son los objetivos o las acciones que queremos conseguir con el *chatbot*. Por ejemplo, en un sistema de reserva una intención de ejemplo podría ser reservar una mesa para comer. Para que DialogFlow identifique las intenciones, para cada una de ellas se tienen que definir una o varias frases de entrenamiento. Una de estas frases en el caso del ejemplo sería “quiero reservar una mesa para comer”.
- Otro de los conceptos son las **entidades** (*entities*), nos va a permitir extraer información importante de las interacciones del usuario, ya sea porque la información la da sin más o porque se le haya preguntado por ella explícitamente. En el caso de la reserva se necesita el nombre del restaurante y la hora de la reserva, o bien lo dice el usuario o se le preguntaría por ella. Las entidades pueden ser abiertas: como una fecha, números, países y también las hay específicas como podría ser el número de restaurantes que hay en el sistema.

- Otro concepto fundamental para conseguir que la interacción sea natural y fluida es trabajar con los **contextos** (*contexts*). Éstos se usan para transferir información entre las diferentes intenciones y que la conversación sea natural. Gracias a ellos el agente sabe de qué se está hablando, permiten controlar el orden de la detección de coincidencias con intenciones. Se podrían usar las mismas frases de entrenamiento en distintas intenciones, el *bot* usará la que corresponde en cada caso. Los contextos permiten que haya intenciones de tipo Fallback, se pueden definir distintas para que en lugar de dar una respuesta genérica y descontextualizada, el *chatbot* de una que corresponda con el tema de conversación.
- Por último la herramienta permite conectar DialogFlow con sistemas externos para consultar o enviar información a fuentes externas.

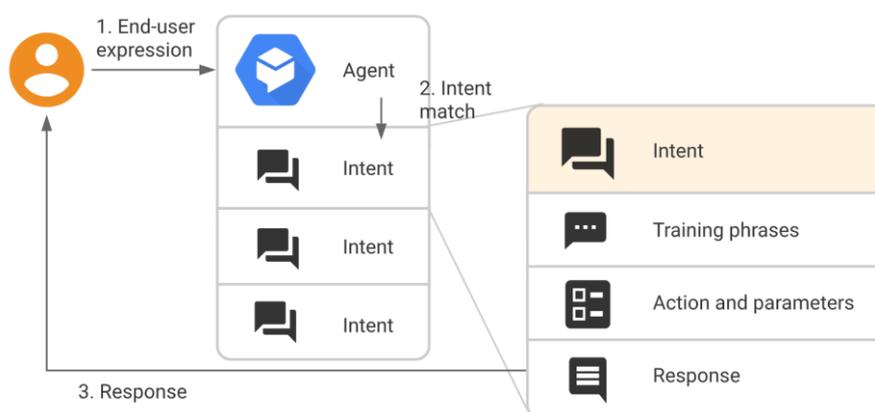


Figura 13. Modelo de diseño de un bot con DialogFlow

Proporcionada por Google, 2021, <https://cloud.google.com/dialogflow/es/docs/basics>

3.2.2 Proceso de diseño de un *chatbot* de ejemplo

Para este TFM, que lo que se quiere poner en evidencia son las dificultades que tiene un profesor para implementar un ACP en el aula. A continuación se va a describir cual es el proceso que se ha llevado a cabo para la creación del agente conversacional. El profesor antes de ponerse a trabajar con la plataforma tiene que tomar una serie de decisiones:

1. Objetivo de aprendizaje del *bot*: hay que tener muy claro el objetivo de asistente, analizar la materia sobre el que se quiere implantar y analizar las ventajas e

inconvenientes de introducir una herramienta de este tipo. Para este caso particular, el objetivo del agente es para servir de ayuda en el estudio y reforzar el conocimiento.

2. ¿Qué tipo de agente vamos a implementar?: de la decisión anterior se deduce el tipo de *bot* que se va a necesitar. Teniendo en cuenta la clasificación de roles y funciones descrita en la sección 2.3, para este trabajo se ha optado por un agente que actúe como profesor y cuya función sea la de estar disponible para repasar contenido visto en clase.
3. Selección de la unidad didáctica y el alcance de la materia a cubrir por el agente: se ha de seleccionar el contenido o el modelo de dominio sobre el que el agente va a reforzar los conocimientos. En este caso, como ya hemos expuesto anteriormente, la unidad didáctica elegida ha sido la de los Metales de Tecnología de 1º de la ESO.

Con las decisiones previas tomadas es momento de implementar el agente sobre la DialogFlow. Como se ha señalado anteriormente (ver sección 3.2.1), lo primero que nos pide es definir las intenciones, que hace referencia a las cosas que van a pedir quienes accedan, estudiantes en este caso. Se define una intención para cada pieza de información que van a intercambiar estudiante y asistente, por pequeña que sea. DialogFlow tiene por defecto dos intenciones creadas para todos los *bots*, una es para el saludo y otra es la respuesta que ofrece cuando no ha entendido el mensaje que se le ha enviado. Para cada intención se dan de alta unas frases de entrenamiento que son las frases que se van a usar para buscar concordancias con el texto que introduce el alumnado al pedir información; también se definen unas respuestas, que son las contestaciones que da el asistente cuando ha detectado una intención asociada al texto que acaba de procesar. Un ejemplo de intención y de respuestas que se ha creado en este *bot* sería la que se ha llamado *ClasificacionMetales* y que se muestra en las Ilustraciones 14 y 15:

Clasificación Metales SAVE

Contexts ?

Events ?

Training phrases ? Search training

- ” Add user expression
- ” que tipos de metales hay?
- ” cual es la clasificación de lo metales
- ” como se clasifican los metales

Figura 14. Frases de entrenamiento de la intención para clasificar metales

Responses ?

DEFAULT +

Text Response

- 1 Ferrosos: Son aquellos metales que contienen hierro (hierro, hacero).
No ferrosos: Son aquellos metales que no contienen hierro (cobre, estaño, bronce, aluminio, zinc, etc)
- 2 Enter a text response variant

ADD RESPONSES

Set this intent as end of conversation ?

Figura 15. Respuesta definida para la intención de la clasificación de los metales

En este momento el profesor se da cuenta tiene que desglosar toda la información de la unidad didáctica en trozos de información mínimos, qué más tarde son los que va a tener que asociar a las intenciones del usuario en la plataforma. Para el ejemplo propuesto se ha utilizado un mapa conceptual que permite visualizar los contenidos que se han cargado en el *chatbot*, las relaciones y la clasificación de la información.

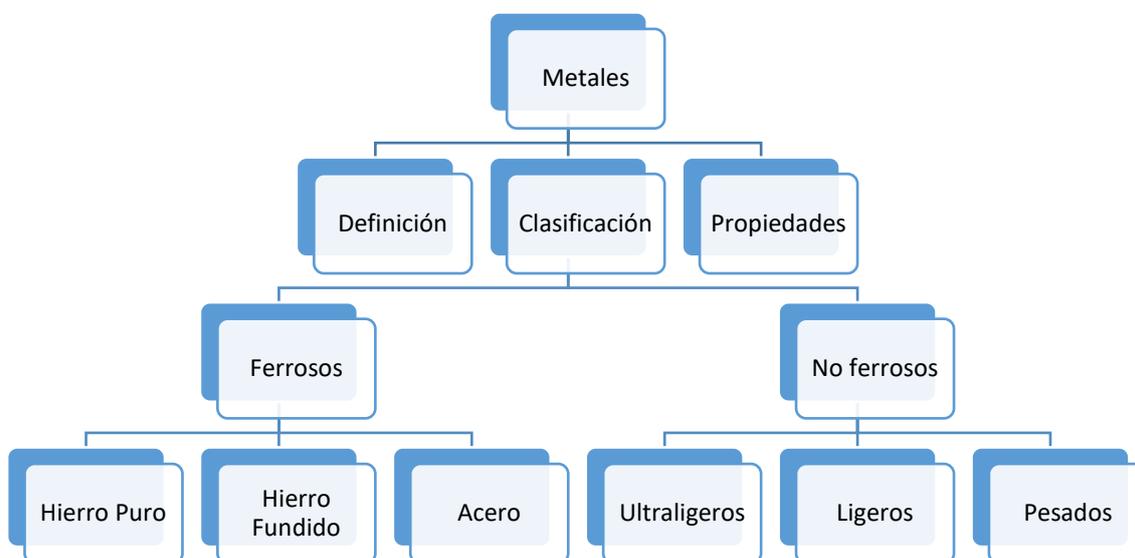


Figura 16. Mapa conceptual de conceptos cargados en el asistente conversacional

Para preparar al *chatbot* para que dé respuesta a estos conceptos se han tenido que crear las siguientes **intenciones**:

Nombre de la intención	Frases de entrenamiento	Respuesta del bot
Default Welcome Intent	"Qué tal?" "Como estas" "Buenos días" "hola" "hey" "saludos" "chao"	Respuesta 1: "Hola" "Buenos días" "Hey" Respuesta 2: "Estoy aquí para ayudarte con la unidad didáctica de los metales, ¿Cuál es tu nombre?"

LeerNombre	<p>“\$nombre”</p> <p>“soy \$nombre”</p> <p>“mi nombre es \$nombre”</p> <p>“me llamo \$nombre”</p>	Encantado \$nombre ¿Qué quieres saber de los metales?
ClasificaciónMetales	<p>“¿qué tipos de metales hay?”</p> <p>“cuál es la clasificación de los metales”</p> <p>“como se clasifican los metales”</p>	<p>Ferrosos: Son aquellos metales que contienen hierro (hierro, acero). No ferrosos: Son aquellos metales que no contienen hierro (cobre, estaño, bronce, aluminio, zinc, etc)</p>
DondeSeObtienen	<p>“cuál es la procedencia de los metales”</p> <p>“De donde vienen los metales”</p> <p>“¿Los metales como se obtiene?”</p>	<p>Los metales vienen de minerales los cuales son partes de las rocas. El Aluminio por ejemplo es cogido de minerales como la bauxita.</p> <p>La minería se lleva a cabo en minas a cielo abierto si los minerales están cerca de la superficie, o en minas subterráneas si están a mayor profundidad bajo la superficie. En las minas, los minerales útiles y los minerales inútiles están juntos y deben separarse mediante diferentes procesos físicos. Cuando el mineral se separa, el siguiente paso es hacer metal a partir del mineral. El mineral se lleva a una ferrería y se somete a complejos procesos físicos y químicos.</p>

UsuarioPreguntaMetales	<p>“¿Qué son los metales?”</p> <p>“definición de metales”</p> <p>“Metales”</p>	<p>Los metales son unos materiales que se caracterizan por ser buenos conductores de la electricidad y del calor, poseen un brillo característico (brillo metálico) y son duros, ya que no se rallan fácilmente.</p>
PropiedadesMetales	<p>“características de los metales”</p> <p>“cual son sus propiedades?”</p> <p>“Cuáles son las propiedades de los metales”</p> <p>“propiedades de los metales”</p>	<p>Son buenos conductores electricos</p> <p>Son dóciles y maleables</p> <p>Son duros</p> <p>Se derriten a altas temperaturas y pueden ser usados para soldaduras</p> <p>Se expanden</p> <p>Tiene propiedades magneticas</p> <p>Se oxidan cuando están en contacto con el oxígeno</p> <p>Algunos de ellos son tóxicos</p>
MetalesFerrosos	<p>“metales ferrosos”</p> <p>“ferrosos”</p> <p>“metales ferrosos”</p>	<p>Los minerales de hierro de la superficie terrestre se someten a diferentes procesos para obtener hierro puro y sus aleaciones: acero y hierro fundido. ¿Quieres saber más sobre los metales ferrosos? ¿Dime cuál?</p>
ferrosoAcero	<p>“Acero”</p>	<p>Es muy duro y muy resistente, fácil de soldar. Se usa en construcción, para chasis de coches, etc.</p>

ferrosoHierroFundido	<p>“fundido”</p> <p>“hierro fundido”</p>	<p>El hierro fundido es una aleación de hierro, carbono y silicio. El hierro es un metal muy flexible, tenaz, maleable y dúctil, si está pulverizado se incendia al contacto con el aire, es muy buen conductor de electricidad y calor. Se usa construir máquinas, motores, farolas, etc</p>
ferrosoHierroPuro	<p>“puro”</p> <p>“hierro puro”</p>	<p>El hierro puro es un metal de color blanco plateado brillante, que se oxida rápidamente en aire húmedo o con agua que contenga oxígeno disuelto. Es blando, maleable y dúctil, y es fuertemente magnético (ferromagnético). Se usa generalmente en componentes electrónicos.</p>
MetalesNoFerrosos	<p>“metales no ferrosos”</p> <p>“no ferrosos”</p>	<p>Los metales no ferrosos se clasifican en las siguientes categorías según su densidad: ultra ligero, ligero y pesado. ¿De cuál quieres obtener más información?</p>
NoFerrosoLigero	<p>“ligeros”</p> <p>“metales ligeros”</p>	<p>Metales ligeros son el Aluminio y el Titanio, EL aluminio es plateado, muy ligero, resistente a la corrosión es muy dócil buen conductor de la electricidad. Se usa para líneas de alto voltaje, aviones, coches, cocinas, latas, etc. El titanio en cambio es muy duro, se usa en la industria aeroespacial, construcción y prótesis en medicina.</p>

NoFerrosoUltraLigero	“metales ultraligeros” “ultra ligero” “ultraligero”	El magnesio es un metal ultraligero brillante, plateado, muy ligero, blando y maleable pero poco dúctil; reacciona muy fuertemente con el oxígeno. Se usa en fuegos artificiales, aeroespacial y en la industria del automóvil
NoFerrosoPesado	“pesados” “metales pesados”	Los metales pesados son Cobre, Latón, Bronce, Zinc, Estaño y Plomo.
Default Fallback Intent		“Ups, no he entendido a que te refieres” “¿Podrías repetirlo, por favor?” “¿Disculpa?” “¿Decías?” “¿Cómo?”
ferrosoIncorrecto		Lo siento pero no es un tipo de metal ferroso, si quieres más información sobre uno de ellos escribe sobre cuál.
noNombre		Necesito tu nombre para poder continuar, gracias.

Tabla 14. Intenciones configuradas en DialogFlow

Las tres últimas **intenciones** son de tipo **Fallback**, se usan en los casos en los que el *bot* no ha encontrado concordancia entre lo que ha escrito el estudiante y las intenciones configuradas. Para estos casos se define una o varias respuestas por defecto que las usará según el contexto (ver sección 3.2.1). En la propuesta se han creado dos intenciones de tipo fallback: *noNombre* y *ferrosoIncorrecto* (ver Tabla 14).

Los **contextos** que se han creado para el agente propuesto han sido: “*esperar_nombre_usuario*”, para insistir en que el estudiante introduzca su nombre,

“metales” que se usa siempre que se esté hablando de metales, “ctxFerrosos” que se usa cuando se habla de metales ferrosos y “ctxNoFerrosos” cuando se habla de metales no ferrosos.

El último recurso del que dispone la plataforma para modelar información son las **entidades** (ver Figura 17), se han usado para definir los tipos de metales, tanto los ferrosos como los no ferrosos. Los valores que se usan en las entidades durante la conversación van almacenándose en parámetros que luego el agente puede usar en otro momento, es decir, le dota de memoria al agente. Sin embargo, en el asistente conversacional implementado no ha sido posible dar ese uso: sí reconoce los tipos de datos pero no se le ha podido dotar de más utilidad dentro de la conversación.

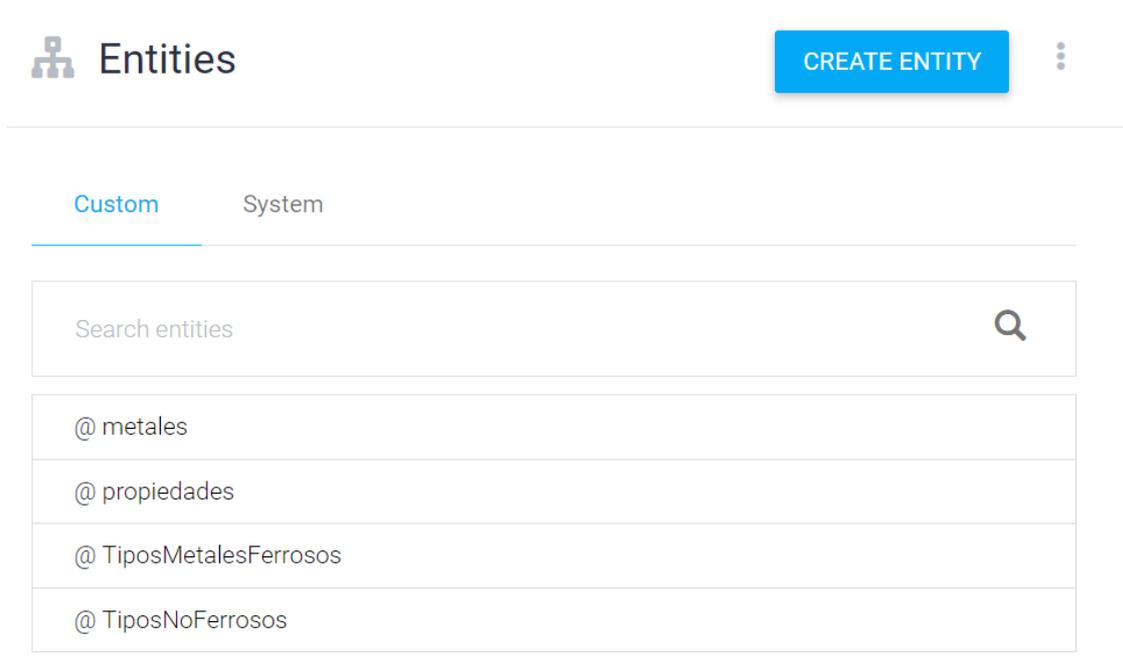


Figura 17. Listado de las entidades creadas en la aplicación

3.2.3 Pruebas del desarrollador

A medida que se ha ido configurando e implementando el agente, se han ido realizando pruebas de conversaciones para validar su comportamiento. El agente se comporta de manera esperada, reconoce perfectamente todas las intenciones, incluso hay casos en

los que las reconoce bien sin usar los términos exactos que se han introducido en las frases de entrenamiento. No da problemas con acentos, plurales, mayúsculas, etc.

La plataforma dispone de un simulador de chat que permite probar el funcionamiento de la implementación en cualquier momento, un ejemplo de conversación sería el mostrado en la Figura 18:

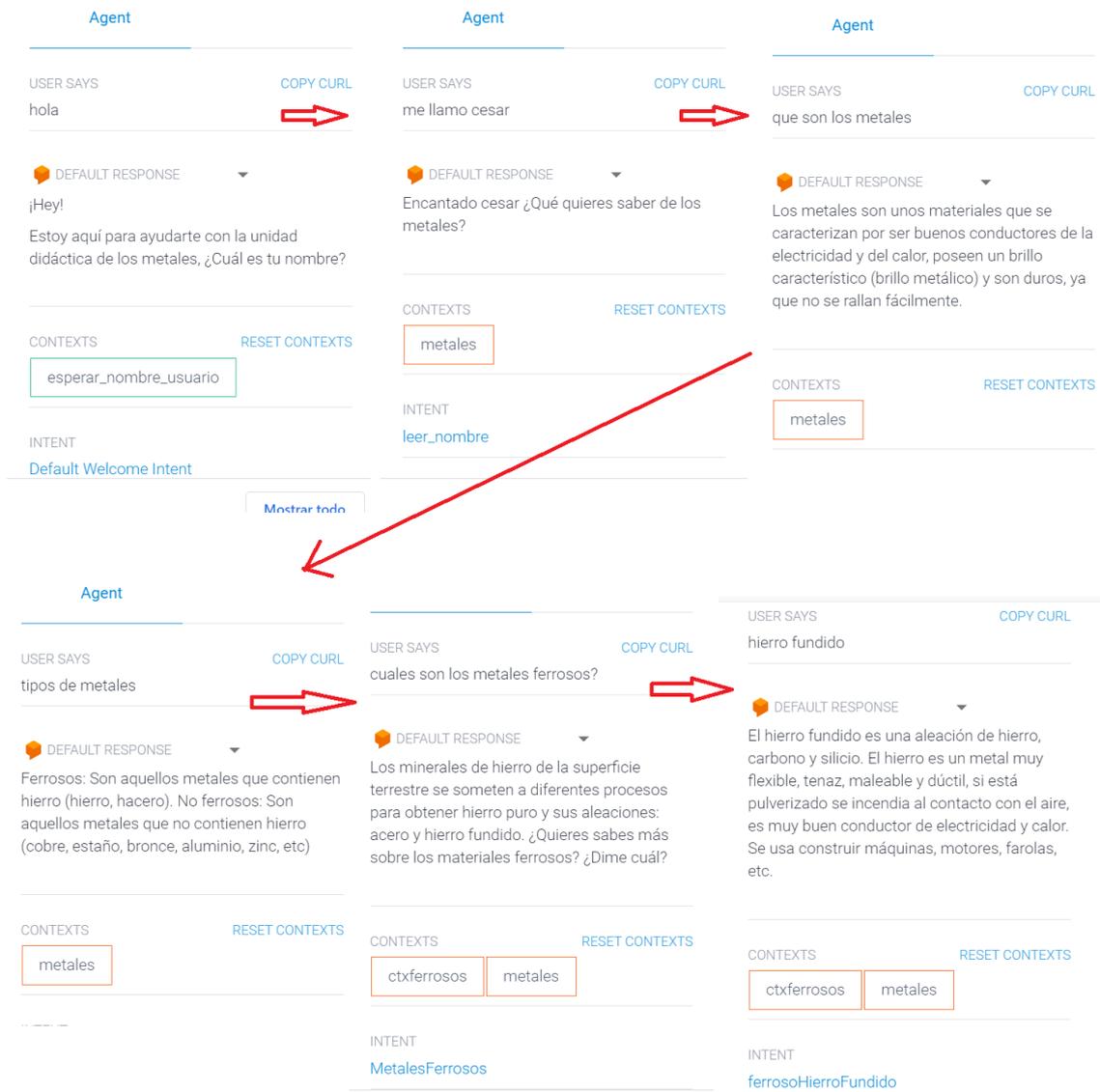


Figura 18. Ejemplo de interacción con el agente implementado

También se ha probado dar respuestas inadecuadas en algún punto del flujo de información. Se ha observado que mientras que el agente identifique bien el contexto

utiliza el *Fallback Intent* correspondiente, pero, si no lo hace, o por el número de intentos que lleva la conversación se pierde el contexto, lo más probable es que el agente responda con un mensaje genérico descontextualizado. En la Figura 19 se ve una prueba del *chatbot* de cómo responde cuando se le pide información de un metal no ferroso en un contexto de metales ferrosos:

The image displays a chatbot interface with several conversational turns. Each turn shows the user's input, the bot's response, and the underlying context and intent. Red arrows highlight the flow of the conversation and the final failure state.

USER SAYS	COPY CURL	DEFAULT RESPONSE	CONTEXTS	RESET CONTEXTS	INTENT
mi nombre es cesar		Encantado cesar ¿Qué quieres saber de los metales?	metales		leer_nombre
que tpos de metales hay?		Ferrosos: Son aquellos metales que contienen hierro (hierro, acero). No ferrosos: Son aquellos metales que no contienen hierro (cobre, estaño, bronce, aluminio, zinc, etc)	metales		ClasificaciónMetales
quiero saber mas sobre los metales ferrosos		Los minerales de hierro de la superficie terrestre se someten a diferentes procesos para obtener hierro puro y sus aleaciones: acero y hierro fundido. ¿Quieres saber más sobre los materiales ferrosos? ¿Dime cuál?	ctxferrosos		MetalesFerrosos
sobre el puro		El hierro puro es un metal de color blanco plateado brillante, que se oxida rápidamente en aire húmedo o con agua que contenga oxígeno disuelto. Es blando, maleable y dúctil, y es fuertemente magnético (ferromagnético). Se usa generalmente en componentes electrónicos.	__system_counters__		ferrososHierroPuro
metales ultaligeros		Lo siento pero no es un tipo de metal ferroso, si quieres mas información sobre uno de ellos escribe sobre cual.	ctxferrosos, __system_counters__		ferrososIncorrecto

Figura 19. Ejemplo de respuesta fallida contextualizada

Es llamativo el buen funcionamiento del motor de lenguaje natural usando las entidades por defecto. Se ha probado con una básica, el nombre del estudiante que está conversando. El agente una vez que le has saludado te pide que le digas el nombre,

mientras no se lo des, él te lo va a pedir. Las frases de entrenamiento que se le han proporcionado al agente se muestran en la Figura 20:

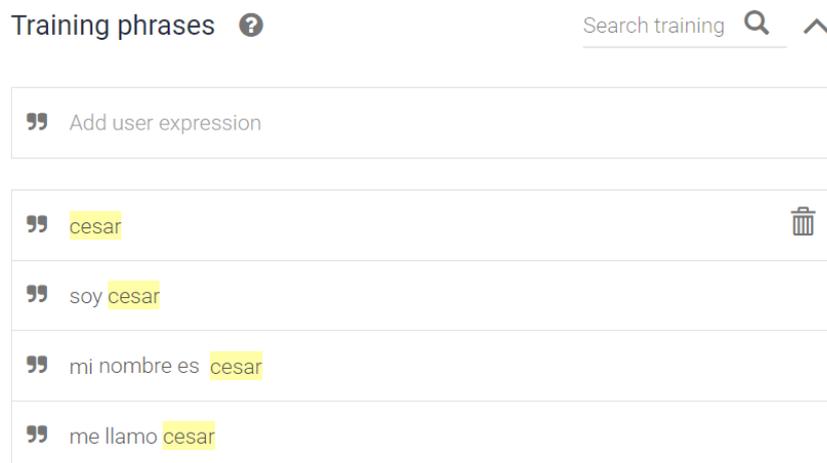


Figura 20. Frases de entrenamiento para la intención leerNombre

Haciendo pruebas para ver hasta qué punto comprende lo que se le dice, se le han proporcionado frases como: “soy árbol”, “mi nombre es casa” y detecta que no le estas suministrando el nombre y no continúa hasta que le des lo que te pide. Eso demuestra que efectivamente el nivel de comprensión es alto, no es un mero motor de reglas que dispara con lo que tiene configurado si las reglas coinciden.

The image displays two side-by-side chatbot interaction logs. The top log shows a user saying "hola" and the bot responding with a welcome message and asking for the user's name. The bottom log shows a user saying "soy arbol" and the bot responding with a message asking for the user's name. Red arrows and boxes highlight specific elements like "DEFAULT RESPONSE", "CONTEXTS", and "INTENT".

USER SAYS	COPY CURL	USER SAYS	COPY CURL
hola		mi nombre es casa	
DEFAULT RESPONSE ¡Buenos días! Estoy aquí para ayudarte con la unidad didáctica de los metales, ¿Cuál es tu nombre?		DEFAULT RESPONSE Necesito que tu nombre para poder continuar, gracias.	
CONTEXTS esperar_nombre_usuario	RESET CONTEXTS	CONTEXTS esperar_nombre_usuario __system_counters__	RESET CONTEXTS
INTENT Default Welcome Intent		INTENT noNombre	
soy arbol		soy cesar	
DEFAULT RESPONSE Necesito que tu nombre para poder continuar, gracias.		DEFAULT RESPONSE Encantado cesar ¿Qué quieres saber de los metales?	
CONTEXTS __system_counters__ esperar_nombre_usuario	RESET CONTEXTS	CONTEXTS metales __system_counters__	RESET CONTEXTS
INTENT noNombre		INTENT leer_nombre	
		ACTION Not available	

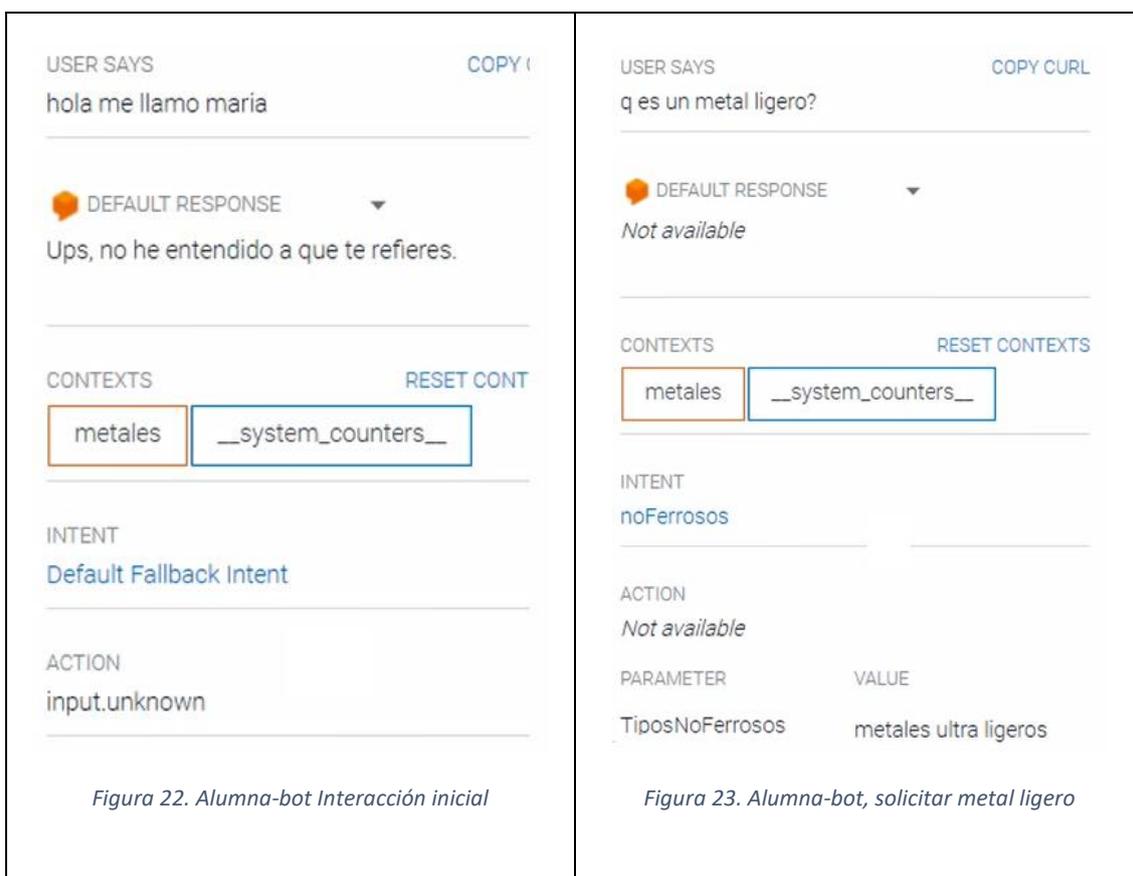
Figura 21. Prueba del agente provocando un fallo en al introducir un nombre

Por el contrario, en otras conversaciones para probar el agente no ha encontrado intenciones por el uso de singulares en lugar de plurales. Habría que hacer un ejemplo más complejo y una batería de pruebas extensa para determinar qué cosas reconoce y cuáles no. Seguro que el idioma también influye; se ha visto en la documentación (Google, 2021) que hay características más avanzadas que por el momento solo están implementadas en inglés.

3.2.4 Pruebas de validación con una estudiante de 1º de la ESO

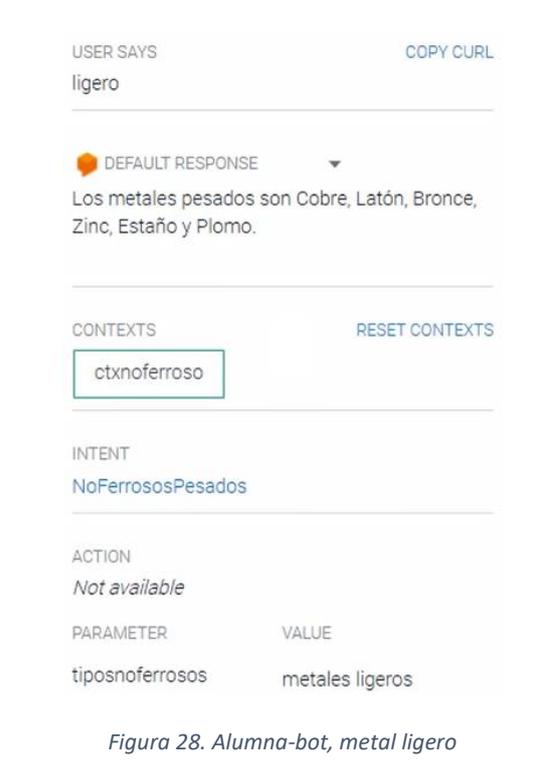
Se ha hecho una prueba inicial de validación con una estudiante de 1º de la ESO. Se trata de un estudio exploratorio. El objetivo es, por un lado, ver qué cosas ocurre al poner a una usuaria frente al *chatbot* para identificar mejor los límites del diseño y, por otro, ver su reacción ante la idea de interactuar con una herramienta de este tipo. No es una validación definitiva, que queda fuera del alcance de este TFM, pero se considera una información muy valiosa para entender mejor las condiciones necesarias para implantar *chatbots* en la docencia en secundaria. Como paso previo a enfrentarse al agente se ha mantenido una reunión de 10 minutos en la que se ha explicado tanto el funcionamiento y el objetivo del *chatbot*, como el alcance de contenidos para el que ha sido diseñado. Al margen de las indicaciones iniciales, se ha intentado no condicionar las interacciones que han surgido entre la alumna y el *bot*; solo en aquellos casos donde se alcanzaba alguno de los límites de la implementación, se han dado las indicaciones pertinentes para seguir. Toda la interacción se ha grabado con un software que permite grabar la pantalla del ordenador. Se han recopilado algunas de las interacciones más relevantes que se describen a continuación. En la Figura 22 Figura 24, la primera interacción con el *bot* ha sido fallida, se ha diseñado un flujo de conversación en el que primero se saluda, el *bot* te pide el nombre y una vez que lo tiene se empieza a pedir información. Ella ha hecho todo en la misma frase. Es una intención que no estaba cubierta. En la Figura 23 la alumna pide directamente conocer que es un metal ligero. El *bot* no tiene respuesta preparada para esa pregunta, sí que tiene una intención pero por error no se ha configurado respuesta. También se puede ver que ha identificado una intención que tiene una entidad con ese valor. Se había diseñado una estrategia de intervención secuencial donde se empieza desde la parte superior del mapa de conocimiento y se va avanzando, pero la alumna ha preferido empezar por la parte final de la secuencia. El *bot* se podía haber entrenado, implica contemplar para cada intención diferentes contextos/escenarios, la fase de análisis tiene que ser mucho más detallada y el número de intenciones aumenta considerablemente. En la Figura 24 se ve la interacción donde se pide la definición de los metales y el agente da la respuesta esperada. En la Figura 25 la alumna pregunta por el hierro puro, sucede lo mismo que en la segunda interacción, está fuera de contexto pero esta vez ni si quiera ha identificado una intención ni la entidad a la que corresponde. En la Figura 26 pregunta por los metales ferrosos, la respuesta es correcta, se ve que se mete en el contexto “ctxferrosos” que le permite

identificar intenciones específicas para esa materia. En la Figura 27 la alumna pregunta por la clasificación de los metales, el *bot* responde con la intención de conocer la procedencia de los metales, esta respuesta es sorprendente porque las frases de entrenamiento para esa respuesta eran: “cuál es la procedencia de los metales”, “De donde vienen los metales” y “Los metales como se obtienen”. En la Figura 28, ya en el contexto correspondiente, pide información sobre los metales ligeros en singular, el *bot* lo confunde con los metales pesados. Seguramente sea un problema de diseño del agente porque esta respuesta no era la esperada. En la Figura 29 la alumna hace preguntas al *bot* como si fuera una duda al profesor, el *bot* no lo entiende, ese tipo de intenciones son complejas de diseñar y en esta implementación no se ha cubierto. Y en la Figura 30 la alumna hace preguntas al *bot* como si fuera una duda al profesor, el *bot* no lo entiende, ese tipo de intenciones son complejas de diseñar y en esta implementación no se ha cubierto.



<p>USER SAYS COPY CURL dime la definición de metal</p> <p>DEFAULT RESPONSE Los metales son unos materiales que se caracterizan por ser buenos conductores de la electricidad y del calor, poseen un brillo característico (brillo metálico) y son duros, ya que no se rallan fácilmente.</p> <p>CONTEXTS RESET CONTEXTS metales</p> <p>INTENT UsuarioPreguntaMetales</p> <p>ACTION *not available</p> <p><i>Figura 24. Alumna-bot, pedir definición de metal</i></p>	<p>USER SAYS COPY CURL que es el hierro puro?</p> <p>DEFAULT RESPONSE ¿Disculpa?</p> <p>CONTEXTS RESET CONTEXTS metales __system_counters__</p> <p>INTENT Default Fallback Intent</p> <p>ACTION input.unknown</p> <p><i>Figura 25. Alumna-bot, ¿qué es hierro puro?</i></p>
--	---

<p>USER SAYS COPY CURL dime los metales ferrosos</p> <p>DEFAULT RESPONSE Los minerales de hierro de la superficie terrestre se someten a diferentes procesos para obtener hierro puro y sus aleaciones: acero y hierro fundido. ¿Quieres saber más sobre los materiales ferrosos? ¿Dime cuál?</p> <p>CONTEXTS RESET CONTEXTS ctxferrosos metales __system_counters__</p> <p>INTENT MetalesFerrosos</p> <p><i>Figura 26. Alumna-bot, metales ferrosos</i></p>	<p>USER SAYS COPY CURL cual es la clasificacion de los metales?</p> <p>DEFAULT RESPONSE Los metales viene de minerales los cuales son partes de las rocas. El Aluminio por ejemplo es cogido de minerales como la bauxita. La minería se lleva a cabo en minas a cielo abierto si los minerales están cerca de la superficie, o en minas subterráneas si están a mayor profundidad bajo la superficie. En las minas, los minerales útiles y los minerales inútiles están juntos y deben separarse mediante diferentes procesos físicos. Cuando el mineral se separa, el siguiente paso es hacer metal a partir del mineral. El mineral se lleva a una ferrería y se somete a complejos procesos físicos y químicos.</p> <p>CONTEXTS RESET CONTEXTS ctxferrosos metales</p> <p><i>Figura 27. Alumna-bot, metales ferrosos</i></p>
--	--

 <p>USER SAYS COPY CURL ligero</p> <hr/> <p>DEFAULT RESPONSE ▼ Los metales pesados son Cobre, Latón, Bronce, Zinc, Estaño y Plomo.</p> <hr/> <p>CONTEXTS RESET CONTEXTS <input type="text" value="ctxnoferroso"/></p> <hr/> <p>INTENT NoFerrosoPesados</p> <hr/> <p>ACTION Not available</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%;">PARAMETER</th> <th>VALUE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>tiposnoferrosos</td> <td>metales ligeros</td> </tr> </tbody> </table> <p align="center"><i>Figura 28. Alumna-bot, metal ligero</i></p>	PARAMETER	VALUE	tiposnoferrosos	metales ligeros	 <p>USER SAYS COPY CURL ligeros</p> <hr/> <p>DEFAULT RESPONSE ▼ Metales ligeros son el Aluminio y el Titanio, EL aluminio es plateado ,muy ligero, resistente a la corrosión es muy dócil buen conductor de la electricidad. Se usa para líneas de alto voltaje, aviones, coches, cocinas, latas, etc. El titanio en cambio es muy duro, se usa en la industria aeroespacial, construcción y prótesis en medicina..</p> <hr/> <p>CONTEXTS RESET CONTEXTS <input type="text" value="ctxnoferroso"/></p> <hr/> <p>INTENT NoFerrosoLigeros</p> <p align="center"><i>Figura 29. Alumna-bot, metales ligeros</i></p>
PARAMETER	VALUE				
tiposnoferrosos	metales ligeros				

 <p>USER SAYS COPY CURL es el hierro puro un metal ferroso o no?</p> <hr/> <p>DEFAULT RESPONSE ▼ ¿Cómo?</p> <hr/> <p>CONTEXTS RESET CONTEXTS <input type="text" value="ctxnoferroso"/> <input type="text" value="__system_counters__"/></p> <hr/> <p>INTENT Default Fallback Intent</p> <hr/> <p>ACTION input.unknown</p> <p align="center"><i>Figura 30. Alumna-bot, ¿es hierro metal ferroso?</i></p>	
---	--

Al terminar se le hicieron a la alumna un par de preguntas para valorar la herramienta en general y en particular su aplicación en el aula. El diálogo de la conversación fue el siguiente:

- **Autor:** ¿Qué te ha parecido?
- **Alumna:** Mola, hay veces que no funciona pero mola, hay veces que para buscar las cosas de clase usando el libro me pierdo, hay veces que en tecnología no presto atención porque me aburre.
- **Autor:** Pero... ¿qué te parece introducir una herramienta de este tipo en el aula?
- ✓ **Alumna:** Bien para mi casa para estudiar
- **Autor:** Por qué al final tú en casa solo tienes el libro, ¿no?
- ✓ **Alumna:** Porque cuando no estoy con la profesora me faltan cosas, detalles que nunca encuentras en el libro
- **Autor:** el libro es menos rápido, ¿no?
- ✓ **Alumna:** Si por eso, este tipo de herramientas molan.

De dicha conversación se deduce que lo que más le ha gustado fue la **inmediatez** de la respuesta, de cara a estudiar o como refuerzo, es una herramienta más ágil que buscar en el material en papel, ya sea en el libro o en apuntes, y más rápido que hacer búsquedas en internet, ya que localizar un contenido académico y a un nivel determinado lleva más tiempo que una simple búsqueda.

Después de todo lo expuesto en este capítulo, es momento de hacer recopilación de todo lo aprendido y revisar desde el punto de vista de un profesor que ha supuesto esta implementación y cuales han sido los resultados obtenidos.

3.2.5 Discusión

El primer punto que me gustaría tratar es la elección de la plataforma tecnológica y la curva de aprendizaje necesaria para tener un dominio adecuado del entorno. Es necesario realizar una inversión importante de tiempo para analizar las plataformas existentes, valorar la más adecuada para el caso de uso que se presenta, adquirir un nivel de destreza y conocimientos en la plataforma suficiente como para poder realizar la implementación. Para la realización del ejemplo expuesto se han dedicado aproximadamente 30 horas de trabajo del autor, donde se incluye la formación y la implementación. Hay que tener en cuenta que el autor tiene un perfil técnico, al ser Ingeniero en Informática y estar trabajando actualmente en el sector, lo que

presumiblemente ha sido de ayuda a la hora de realizar esta tarea. Sin embargo, no todos los profesores de Educación Secundaria poseen estas características y, por tanto, esta tarea podría ser incluso más demandante para la media del profesorado en Secundaria, incluso en el caso de profesorado del área de Tecnología.

Es necesario tener un dominio completo de la materia que se va a usar para entrenar al agente, puesto que hay que desgranar todo el contenido en unidades mínimas de información y relacionarlas entre sí, para después tener la capacidad de diseñar las estrategias de conversación usando el modelo de datos que impone la plataforma. Si bien este conocimiento sí se puede esperar de cualquier docente en un área determinada, la forma de diseñar estas conversaciones en la plataforma elegida implica un cambio en la forma de pensar, parecida a la que se tiene cuando se construye un algoritmo o se aprende a programar. De nuevo, el hecho de que el autor posea un perfil técnico, ha contribuido positivamente a que ese cambio de enfoque haya sido menos costoso. De nuevo, hay que tener en cuenta la dificultad añadida que puede llegar a tener esta tarea en profesores con otra formación.

En el ejemplo se ha planteado un flujo de conversación secuencial. El inconveniente que tiene es que no permite hacer saltos entre los niveles de información. En una situación natural en la que un estudiante pide información esa secuencialidad no es viable: el estudiante pide la información en orden aleatorio, por lo que habría que prestar especial atención al diseño del agente para contemplar todos los escenarios/contextos posibles. En el caso práctico de los metales, se ha reducido la unidad didáctica a unos pocos capítulos para acotar el alcance; a medida que el volumen de información es mayor, la implementación de la solución se complica exponencialmente en tiempo, pero el diseño también es mucho más complejo. Es muy importante tener esto en cuenta para valorar el coste beneficio de llevar al aula una herramienta de este tipo.

En cuanto a las respuestas del agente, hay que reconocer el avance de la tecnología de base utilizada. La inclusión de la inteligencia artificial y el procesamiento del lenguaje natural en DialogFlow, que es con la herramienta que se ha trabajado, da un salto de calidad a la solución, mejorando mucho la experiencia de usuario en la interacción usuario-asistente. Se nota que no es un simple programa con un motor de reglas que hace que se disparen unas respuestas u otras. Al margen de estas mejoras, en las pruebas del agente se han visto algunos problemas con singulares/plurales y alguna

respuesta inadecuada. Pero no se puede culpar solo a la tecnología, la implementación del *bot* tiene mucho margen de mejora y es posible que no se hayan tenido en cuenta esas situaciones en las frases de entrenamiento. Sin embargo, se ha visto que la aplicación de esta tecnología aún con sus avances al caso de un *chatbot* educativo, requiere un esfuerzo importante, como vamos a describir a continuación.

4 RECOMENDACIONES PARA CREAR ACP EN EDUCACIÓN SECUNDARIA

El principal objetivo de este trabajo, además de enfrentarse al hecho de construir un agente personalizado, es dar al profesor que se está planteando incluir esta herramienta en el aula, la mayor cantidad de información que le pueda resultar útil para tomar la decisión con más garantías. En este capítulo se recopila una serie de recomendaciones o elementos a tener en cuenta en el momento de dar el paso de construir e incluir un ACP en el aula. Estas recomendaciones surgen del estudio teórico realizado (ver capítulo 2) y de las lecciones aprendidas durante la definición y la construcción del agente que se ha presentado en el capítulo 3.

Ya se ha comentado más veces a lo largo de la memoria, pero es importante recalcarlo, que el tiempo que puede llevar, o el dinero, si se decide contratar a una empresa externa, para construir un agente es muy elevado. Por esta razón se insiste una y otra vez en la importancia de la fase previa de análisis, en las que se toman las primeras decisiones.

Se han dividido las recomendaciones en dos bloques, el primero de aspectos relacionados con el análisis inicial, y otro relacionado con la selección de la tecnología para implantar el *chatbot*.

Aspectos relacionados con el análisis inicial

1. El primer paso es hacerse la pregunta como docente de qué tipo de agente se necesita y cuál es la funcionalidad que va a tener. En el apartado 2.3 se detallan todas las posibilidades. Para obtener estas respuestas se propone reflexionar con las siguientes preguntas: ¿Qué problemas en el aprendizaje se han detectado en la asignatura?, ¿Se repite con todos los grupos?, ¿Hay muchas diferencias de nivel dentro de la clase?, ¿La comunicación en el aula es buena o se considera que con esta herramienta se podría mejorar?, ¿de qué manera se va a usar el agente, en que formato se va a usar (e.g., sitio web, app, redes sociales, etc.)
2. Si seguimos pensando que es buena idea continuar con el asistente, se debe analizar el contenido con el que se va a entrenar o configurar. Hay que ver si se

tiene la capacidad y el dominio suficiente sobre la materia para atomizar la unidad didáctica y establecer relaciones entre las unidades de información. Sobre todo, si se tiene el tiempo para configurar la materia en la forma en que se requiere, con escenarios alternativos suficientes. Al agente hay que prepararle para que la experiencia de uso del alumnado sea buena, ya que si falla, o no se cubren todos los escenarios posibles, no cumplirá las expectativas para las que ha sido diseñado.

3. El tercer paso consiste en diseñar una estrategia de intervención. Esto es lo mismo que analizar cuál sería el flujo de la conversación. Hay que pensar desde el saludo inicial hasta la despedida. En caso de prueba realizado (ver sección 3.2) hemos visto fallos que ha dado el agente por no tener contempladas todas las posibilidades. Se recomienda utilizar una muestra pequeña de alumnado durante el diseño del *chatbot* para ir validando cada una de las fases o iteraciones de su construcción. También es útil para ver de qué manera se comunican con el *chatbot*. Por ejemplo, en el caso que se reporta en este trabajo, cuando lo ha probado la alumna la primera pregunta que hizo es si entendía contracciones, palabras incompletas, faltas de ortografía, etc. Es posible que el lenguaje que usen sea informal, debemos tenerlo en cuenta también.

Aspectos relacionados con la selección de la tecnología

Superada la fase de análisis inicial, es el momento de elegir el software más adecuado para el caso de uso. Se puede hacer uso del breve análisis que se incluye en esta memoria en la sección 3.1, y partiendo de él, elegir la solución que mejor se adapte. A continuación se numeran los criterios a tener en cuenta en la decisión:

1. Plataforma o plataformas sobre las que va a estar disponible. No todas las plataformas se pueden desplegar en todos los soportes. Por ejemplo, veíamos en la sección 3.1 que hay algunas como Facebook Messenger que solo permiten desplegar el *bot* en aplicaciones de Facebook o mediante API, pero no se pueden hacer integraciones directas en otras plataformas.
2. Tiempo y/o dinero que se está dispuesto a invertir: la mayoría de las plataformas que hemos analizado permiten crear agentes sencillos en versiones de prueba, pero si el proyecto continúa suelen tener licencias de pago por uso. Al margen del dinero, será necesario hacer una inversión elevada en tiempo que será

necesario para aprender a usar la plataforma, configurar, probar y finalmente poner en marcha el agente.

3. Planificar una extensa batería de pruebas para validar cada iteración del agente, en dichas pruebas sería conveniente contar con apoyo tanto del alumnado como de algún otro profesor.
4. Una de las ventajas más importantes a la hora utilizar agentes conversacionales es la posibilidad de analizar cómo se usa el agente, que en el caso de la docencia es especialmente interesante, ya que de cada estudiante se puede obtener mucha información de interés sobre su progreso en la materia, dificultades, tiempo dedicado, etc. Es información muy valiosa que conviene prestar atención sobre que ofrecen y como lo almacenan las diferentes plataformas software.

Estas recomendaciones son una primera aproximación a nuestro objetivo de proporcionar al profesor la mayor cantidad de información posible de cara a implantar un chatbot en el aula, en siguientes iteraciones habría que mejorar y diseñar interacciones con dominios más complejos, con otros objetivos de aprendizaje y ampliar las recomendaciones para abarcar cuantos más escenarios dentro del aula mejor.

5 CONCLUSIONES Y LÍNEAS DE TRABAJO FUTURO

Al comienzo de este trabajo se planteó el siguiente objetivo general: *Proporcionar información relevante al profesorado de Educación Secundaria sobre el proceso de inclusión de asistentes conversacionales en el aula.*

La motivación que ha dirigido en todo momento este TFM es la de abordar el uso de *chatbots* desde el punto de vista del profesor, como persona que lo diseña y lo implementa para su utilización en el aula. El punto de partida para ello ha sido la realización de un estudio en el que se ha revisado el estado de la tecnología y un conjunto de casos de uso en ámbitos educativos. Los resultados de esta revisión ponen de manifiesto que hasta la fecha no hay muchos ejemplos de uso de *chatbots* en la educación, y la mayoría de los que hay son utilizados en contextos universitarios. El hecho de que haya pocos se puede justificar por el nivel de maduración de la tecnología. El uso de la inteligencia artificial, *machine learning* y otras tecnologías en las que se apoyan los *chatbots* han explotado muy recientemente, y con ellas la aparición de agentes conversacionales creados por grandes empresas tecnológicas. Que la mayoría de los agentes revisados sea en contextos educativos de educación superior puede venir determinado porque son resultado de proyectos de investigación llevada a cabo por profesores universitarios, que han utilizado sus propias aulas para realizar las validaciones pertinentes.

Para responder las preguntas que se planteaban en la Introducción: ¿Por qué hay tan pocas experiencias de uso de *chatbots* en Educación Secundaria?, ¿Qué dificultades se encuentra un profesor a la hora de apostar por esta tecnología?, ¿Qué pasos deberá dar un profesor que desee utilizar *chatbots* en su aula?, se ha diseñado un prototipo de agente. De dicha tarea se extrae como resultado que, a pesar de las ventajas aportadas por las nuevas herramientas de creación de *chatbots*, la creación de un agente para un docente aún requiere una importante inversión de tiempo y un grado de dificultad elevado. Este tiempo se invertirá en aprender a usar la plataforma de creación del agente, en preparar la unidad didáctica para configurar el *bot* y en las pruebas de validación. La adaptación de la unidad didáctica al *bot*, su configuración y la definición de la estrategia de intervención son tareas que según el perfil del profesor pueden ser más o menos difíciles. Estas tareas tienen similitudes con el diseño de un algoritmo, con

lo que un perfil técnico a priori, tendrá menos dificultades. En cualquier caso, es una tarea minuciosa a la que hay que prestar toda la atención para que el *bot* tenga el comportamiento esperado. Hay que reconocer que aunque se notan los avances en el reconocimiento del lenguaje natural aportados por la tecnología, el verdadero trabajo está en estructurar el dominio y definir todos los caminos alternativos de solución (correctos y erróneos).

La validación del *bot* por parte de la estudiante dejó interesantes reflexiones sobre el futuro de esta tecnología. La primera de ellas es que la conversación entre el *chatbot* y el estudiante se hace en un tono informal, es por eso por lo que el agente tiene que estar preparado para entender contracciones de palabras y expresiones utilizadas por el público objetivo, en este caso alumnado de Educación Secundaria. La estudiante que ha validado el agente expone que es un sistema apropiado como complemento al libro o a los apuntes tomados en clase, donde lo que más se valora es la exactitud y la inmediatez de la respuesta, crea por tanto un nuevo entorno de aprendizaje que antes no existía. Esta conclusión está alineada con otros estudios donde también se discute sobre el uso de *chatbots* en educación, como (Kukulska-Hulme et al., 2021), que los *chatbots* tienen el potencial de proporcionar al alumnado eficientes entornos de aprendizaje.

Para finalizar, se ha hecho una serie de recomendaciones basadas en el trabajo realizado, que se espera que pueda ser de ayuda para futuros docentes que estén dispuestos a adoptar el uso de *chatbots* en el aula. Estas recomendaciones pretenden ayudar al profesor a hacer el análisis previo y tener toda la información posible a su alcance para minimizar los imprevistos que puedan surgir durante el proceso. Sin embargo, se ha visto que se trata de un proceso complejo, y quizá es necesario mayor desarrollo de la tecnología para que llegue el momento en que los docentes de Secundaria puedan aplicar los *chatbots* en sus clases de forma más generalizada.

En cuanto a las líneas de trabajo futuras, este TFM expone que el proceso de creación de un *chatbot* para un profesor puede ser una tarea compleja, y en muchas situaciones difíciles de abordar. Una línea de trabajo para simplificar este proceso podría ser el de poder definir una plantilla dentro de alguna de las plataformas mencionadas en la sección 3.1 que cubra un objetivo de aprendizaje concreto. De esta forma, la barrera de entrada para los profesores sería menor y animaría que los docentes interesados

tuvieran contacto con esta tecnología. Otra línea de trabajo encaminada a facilitar la creación de *chatbots* sería estudiar la manera de involucrar en este proceso a entidades como las editoriales del material didáctico. Consistiría en proponer a dichas entidades el desarrollo de los agentes y que sean ellas mismas las que lo ofrezcan como un producto más dentro de su oferta de material para cada curso.

BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- Biswas, G., Segedy, J. R., & Bunchongchit, K. (2016). From Design to Implementation to Practice a Learning by Teaching System: Betty's Brain. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26(1), 350–364. <https://doi.org/10.1007/s40593-015-0057-9>
- Cerdas Mendez, D. (2019). *Evolución de los Chatbots*. <https://planetachatbot.com/>. <https://planetachatbot.com/evolucion-de-chatbots/>
- Demetriadis, S., Tegos, S., & Psathas, G. (2018). *Conversational Agent Model Design*. Deliverable D2.1. Project ColMOOC. https://colmooc.eu/wp-content/uploads/2021/01/D2.1_colMOOC_CA_ModelDesign-3.pdf
- Durán, P. (2017). *Duolingo ya tiene chatbots para hispanohablantes*. Planetachatbot.Com. <https://planetachatbot.com/duolingo-lanza-chatbots-para-hispanohablantes/>
- Emmsnuel, S. (2019). *La línea de tiempo de la historia de los Chatbots: antes, ahora y mañana*. <https://Planetachatbot.Com/>. https://planetachatbot.com/linea-tiempo-historia-de-chatbots-antes-ahora-y-manana/#Los_chatbots_se_remontan_a_los_anos_60
- Gabriel, C., Hahne, C., Zimmermann, A., & Lenk, F. (2021). The Virtual Tutor: Tasks for conversational agents in Online Collaborative Learning Environments. *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences, January*. (p. 104). <https://doi.org/10.24251/hicss.2021.012>
- García Brustenga, G., Fuertes Alpiste, M., Molas Castells, N., Garcia, G., Fuertes, M., & Molas, N. (2018). Briefing paper: los chatbots en educación. In *Universitat Oberta de Catalunya*. <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/handle/10609/85786%0Ahttps://doi.org/10.7238/elc.chatbots.2018>
- Google. (2021). *DialogFlow. Documentación. Recursos técnicos*. <https://cloud.google.com/dialogflow?hl=es-419#section-5>
- Historia de los "chatbots": de Alan Turing a la innovación en la atención al cliente*. (2021). El Español. https://www.elespanol.com/invertia/disruptores-innovadores/innovadores/tecnologicas/20210322/historia-chatbots-alan-turing-innovacion-atencion-cliente/566694430_0.html
- Historia de los chatbots*. (n.d.). Chatcompose. Retrieved June 7, 2021, from <https://www.chatcompose.com/historia.html>
- Jackson, G. T., & Graesser, A. C. (2006). Aplicaciones del diálogo humano de tutoría al AutoTutor: Un sistema inteligente de tutoría. *Revista Signos*. 39(60), 31-48. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-09342006000100002&script=sci_arttext
- Jiménez, J. (2016). *La historia de Jill Watson o cómo los chatbots pueden cambiar la educación para siempre*. Xataka.Com. <https://www.xataka.com/robotica-e-ia/la-historia-de-jill-watson-o-como-los-chatbots-pueden-cambiar-la-educacion-para-siempre>
- Kukulska-Hulme, A., Bossu, C., Coughlan, T., Ferguson, R., FitzGerald, E., Gaved, M., Herodotou, C., Rienties, B., Sargent, J., Scanlon, E., Tang, J., Wang, Q., Whitelock, D., & Zhang, S. (2021). Innovating Pedagogy 2021. *The Open University*.

- Matsuda, N., Yarzebinski, E., Keiser, V., Raizada, R., Cohen, W. W., Stylianides, G. J., & Koedinger, K. R. (2013). Cognitive anatomy of tutor learning: Lessons learned with simstudent. *Journal of Educational Psychology*, 105(4), 1152–1163. <https://doi.org/10.1037/a0031955>
- Michos K. et al. (2020) Design of Conversational Agents for CSCL: Comparing Two Types of Agent Intervention Strategies in a University Classroom. In: Alario-Hoyos C., Rodríguez-Triana M.J., Scheffel M., Arnedillo-Sánchez I., Dennerlein S.M. (eds) Addressing Global Challenges and Quality Education. EC-TEL 2020. Lecture Notes in Computer Science, vol 12315. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57717-9_16
- Nunes, M., Dihl, L. L., Fraga, L. M., Woszezenki, C. R., Oliveira, L., Francisco, D. J., Machado, G. D. J., Nogueira, C. R. D., & Notargiacomo, M. G. (2002). Animated pedagogical agent in the intelligent virtual teaching environment. *Interactive Educational Multimedia*, 4(December 2014), 53–60. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1229999&orden=46474&info=link>
- Orden EDU/362/2015. Currículo que regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León, 86 Boletín Oficial de Castilla y León 17975 (2015). <http://www.educa.jcyl.es/es/resumenbocyl/orden-edu-362-2015-4-mayo-establece-curriculo-regula-implan.ficheros/549394-BOCYL-D-08052015-4.pdf>
- Pareto, L. (2014). A teachable agent game engaging primary school children to learn arithmetic concepts and reasoning. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 24(3), 251–283. <https://doi.org/10.1007/s40593-014-0018-8>
- Silvervarg, A., Kirkegaard, C., Nirme, J., Haake, M., & Gulz, A. (2014). Steps towards a challenging teachable agent. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 8637 LNAI(August), 410–419. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09767-1_52
- Tamayo-Moreno, S., Pérez-Marín, D., & others. (2016). *Adaptando el diseño y la metodología de uso de un Agente Conversacional Pedagógico de Educación Secundaria a Educación Infantil*.
- Tamayo-Moreno, S. (2017). *Propuesta de Metodología para el Diseño e Integración en el Aula de un Agente Conversacional Pedagógico desde Educación Secundaria hasta Educación Infantil*. Tesis Doctoral. Universidad Rey Juan Carlos, Móstoles, Madrid, España.
- Tamayo, S., & Pérez-Marín, D. (2012). ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA DE USO DE UN AGENTE DE COMPRENSIÓN LECTORA CON NIÑOS EN EDAD ESCOLAR. Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información, 14, 403-409. <https://www.redalyc.org/pdf/2010/201028055018.pdf>
- Tamayo, S., & Pérez-Marín, D. (2017). ¿Qué esperan los Docentes de los Agentes Conversacionales Pedagógicos? *Education in the Knowledge Society* 18(3), 59-85. <https://doi.org/10.14201/%0Aeks20171835985>

Theodoridou, K. D. (2010). Learning with Laura: Investigating the effects of a pedagogical agent on Spanish lexical acquisition. *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences*, 70(9-A), 3431.
http://gateway.proquest.com/openurl?url_ver=Z39.88-2004&rft_val_fmt=info:ofi/fmt:kev:mtx:dissertation&res_dat=xri:pqdiss&rft_dat=xri:pqdi ss:3371818%5Cnhttp://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=psyc6&NEWS=N&AN=2010-99051-009